

ARANG TULANG KERBAU SUMBER KARBON PACK CARBURIZING UNTUK MENINGKATKAN KEKERASAN BOLA BAJA BANTALAN RODA SEPEDA

Obet Ranteallo¹, Yafet Bontong², Frans Robert Bethony³, Dultudes Mangopo⁴

Fakultas Teknik Mesin Universitas Cenderawasih, Indonesia¹

Fakultas Teknik Mesin Universitas Kristen Indonesia Toraja, Indonesia^{2,3}

Fakultas Teknik Elektro Universitas Cenderawasih, Indonesia⁴

Email: takke.ranteallo@gmail.com, yafet.bontong@yahoo.co.id,

frobethony@gmail.com, elektro_doel@yahoo.com

Abstrak

Pack carburizing atau media padat bertujuan untuk meningkatkan nilai karbon baja terutama pada baja karbon rendah sehingga dengan bertambahnya nilai karbon pada baja maka meningkat pula nilai kekerasannya. Penelitian ini menggunakan bola baja (agel sepeda) sebagai objek perlakuan pack carburizing dan Arang Tulang Kerbau (ATK) sebagai sumber karbon dan Barium karbonat (BaCO_3) sebagai katalis. Metode, komposisi rasio 60% ATK: 40% BaCO_3 , 70% ATK: 30% BaCO_3 , 80% ATK: 20% BaCO_3 , temperatur pemanasan 8500C dan 9500C, waktu tahan 2 jam dan pendinginan cepat dengan air biasa. Hasilnya, Nilai kekerasan bola baja yang paling baik pada temperatur pemanasan 850⁰ C berada pada komposisi rasio pack carburizing 80% ATK: 20% BaCO_3 sebesar 212,77 HB, sedangkan pada temperatur pemanasan 950⁰ C juga komposisi rasio pack carburizing 80% ATK: 20% BaCO_3 sebesar 219,84 HB.

Kata Kunci: arang tulang kerbau, BaCO_3 , bola baja, pack carburizing, uji kekerasan

Abstract

Pack carburizing or solid media aims to increase the carbon value of steel, especially in low carbon steel so that with increasing carbon value in steel, the hardness value also increases. This study used a steel ball (cycle agel) as the object of pack carburizing treatment and Buffalo Bone Charcoal (ATK) as a carbon source and Barium carbonate (BaCO_3) as a catalyst. Method, composition ratio 60% ATK: 40% BaCO_3 , 70% ATK: 30% BaCO_3 , 80% ATK: 20% BaCO_3 , heating temperature 8500C and 950⁰ C, holding time 2 hours and fast cooling with plain water. As a result, the best steel ball hardness value at a heating temperature of 850⁰ C is in the composition of the pack carburizing ratio of 80% ATK: 20% BaCO_3 of 212.77 HB, while at the heating temperature of 9500 the composition of the pack carburizing ratio of 80% ATK: 20% BaCO_3 is equal to 219.84 HB.

Keywords: buffalo bone charcoal, BaCO_3 , steel ball, pack carburizing, hardness test

Received: 2022-02-20; Accepted: 2022-02-05; Published: 2022-03-05

Pendahuluan

Kerbau mempunyai peran yang sangat penting bagi ekonomi peternakan sebagai penghasil susu, daging, dan tenaga kerja (A., Fatah, & Dudi, 2015). Kerbau juga merupakan hewan paling penting dalam kehidupan sosial masyarakat toraja, karena sebagai persembahan pada upacara orang meninggal atau kedukaan, (Somba, 2019). Berdasarkan data dari penelitian (Rombe, 2011), jumlah kerbau yang dipotong untuk upacara kedukaan adalah sekitar 13.000 ekor per tahun. Kerbau yang sangat banyak ini tentunya akan menimbulkan limbah tulang yang banyak. Menyikapi hal tersebut maka digunakan alternatif yaitu sebagai adsorben. Adsorben adalah zat yang mempunyai sifat mengikat pada permukaan dan sifat ini sangat menonjol pada padatan berpori (Sukardjo, 1999). Menurut Darmayanto (2009) kandungan organik penyusun tulang kerbau sebesar 35%. Kandungan karbon dalam tulang yang cukup banyak sehingga sangat memungkinkan dijadikan sebagai bahan baku pembuatan arang aktif. Arang aktif merupakan senyawa amorf yang dapat dihasilkan dari bahan – bahan yang mengandung karbon atau dari arang yang diperlakukan secara khusus untuk mendapatkan permukaan lebih luas. Luas permukaan arang aktif berkisar 400-800 m² /gram dengan ukuran pori antara 5-10 Å. Arang tulang memiliki daya serap yang tinggi karena arang tulang memiliki pori - pori dalam jumlah besar. Untuk memanfaatkan tulang kerbau sebagai sumber karbon maka akan diproses menjadi arang selanjutnya sebagai media karburasi pada proses carburizing. Carburizing merupakan salah satu treatment yang banyak dilakukan pada logam dalam bidang teknik mesin khususnya material teknik, untuk meningkatkan kekuatan sifat mekanis logam. Umumnya material baja karbon rendah yang di carburizing dengan media karburasi bertujuan untuk meningkatkan sifat mekanis.

Logam atau bahan yang menjadi penelitian pemanfaatan arang tulang kerbau yaitu bola baja (agel) pada bantalan sepeda adalah bahan dari baja karbon rendah, akan diberi perlakuan carburizing untuk meningkatkan kekerasan sehingga memiliki ketahanan terhadap aus akibat gesekan. Arang tulang kerbau sebagai sumber karbon, kemudian ditambahkan barium karbonat (BaCO₃) sebagai katalis. Proses ini dikenal dengan pack carburizing, dimana karbon monoksida yang berasal dari senyawa padat terurai pada permukaan logam menjadi karbon baru dan karbon dioksida (Mittemeijer, E., Dossett, J., & Totten, 2013). Media pemanasan baja pada suhu sekitar 850°C mempunyai afinitas terhadap karbon. Karbon diabsorpsi ke dalam logam membentuk larutan padat karbon besi dan pada lapisan luar memiliki kadar karbon yang tinggi. Bila cukup waktu, atom karbon akan mempunyai kesempatan untuk berdifusi ke bagian-bagian sebelah dalam. Tebal lapisan tergantung dari waktu dan suhu yang digunakan. Berdasarkan media yang memberikan karbon, secara umum dapat dibagi tiga yaitu karburasi padat (solid carburizing), karburasi cair (liquid carburizing), dan karburasi gas (gas carburizing). (Bahtiar, Iqbal, & Arisandi, 2017) melakukan penelitian, untuk mengetahui pengaruh pack carburizing terhadap baja karbon sedang menggunakan cowbone sebagai energizer. Persentase arang tulang sapi dan CaCO₃ adalah 40%:60%;

30%:70% dan 25%:75%; temperatur karburizing 850oC, 900oC dan 950oC, karburizing selama 8 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada persentase arang cowbone 40%, kedalaman permukaan baja 0,2 mm, memiliki nilai kekerasan 780 Hv dan pada 4mm nilai kekerasan 294 Hv. Pada persentase cowbone 30%, kedalaman permukaan baja 0,2 mm, memiliki nilai kekerasan dari 750 Hv dan pada 4mm, nilai kekerasan 283 Hv. Pada persentase cowbone 25%, kedalaman permukaan baja 0,2 mm memiliki nilai kekerasan 700 Hv dan pada 4mm, nilai kekerasan 216 Hv. Nilai kekerasan permukaan tertinggi pada kedalaman 2 mm yaitu 40% berat cowbone memiliki nilai kekerasan tertinggi 780 HV, untuk kedalaman 4mm pada berat 40% cowbone juga diperoleh kekerasan tertinggi sebesar 294 Hv. Hal ini menunjukkan bahwa arang tulang sapi dapat digunakan sebagai energizer. Dalam penelitiannya, (Aras, 2013) melakukan penelitian, untuk mengetahui proses pack carburizing media arang kemiri dan barium karbonat ($BaCO_3$) dan holding time terhadap sifat mekanis baja karbon rendah. Media karbon yang digunakan adalah arang kemiri dengan persentase berat sebesar 80% dan $BaCO_3$ 20%. Proses pack carburizing dilakukan pada suhu 950oC dan waktu tahan selama 4 dan 5 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu pemanasan 950oC dengan waktu tahan 5 jam memberikan kekerasan permukaan tertinggi (370,78 kg/mm²).

Kemudian (Mazuli & Haripriadi, 2020) melakukan penelitian serupa tentang proses pack carburizing dengan media arang kayu asam terhadap sifat mekanis dan struktur mikro terhadap baja rendah. Media karbon yang digunakan arang kayu asam dengan persentase berat 80% dan 20% $CaCO_3$. Proses pack carburizing dilakukan pada suhu pemanasan 900oC dan 950oC dengan waktu penahanan 2 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu 950oC memberikan kekerasan permukaan tertinggi (609,74 kg/mm²).

Dengan metode yang sama, (Iqbal, 2007) melakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh dari variasi temperatur terhadap perubahan sifat mekanis baja AISI 1020. Waktu tahan yang digunakan selama proses pengarbonan adalah 2 jam dengan suhu pemanasan masing-masing 850oC, 900oC dan 950oC. Media atau sumber karbon yang digunakan adalah serbuk arang tempurung kelapa dicampur dengan 25% $BaCO_3$ sebagai katalis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu pemanasan 950oC memberikan kekerasan permukaan tertinggi (883 kg/mm²). Kemudian beberapa penelitian yang lain, mengatakan bahwa tulang sapi (cowbone) dapat digunakan sebagai sumber energi pada proses pack carburizing baja, dari penelitian tersebut dapat disimpulkan adanya peningkatan kekerasan pada permukaan baja setelah mengalami pack carburizing dengan menggunakan arang tulang sapi (cowbone) dibanding dengan menggunakan arang (Ihom, 2013). Adanya $CaCO_3$ dalam tulang sapi (cowbone) yang berperan membantu memasok karbon yang baru. (DA Okongwu, 1987); (Aramide, Ibitoye, Oladele, & Borode, 2010) (Amstead, B.H., Ostwald, P.F., dan Begeman, 1995) (Ihom, 2013).

Metode Penelitian

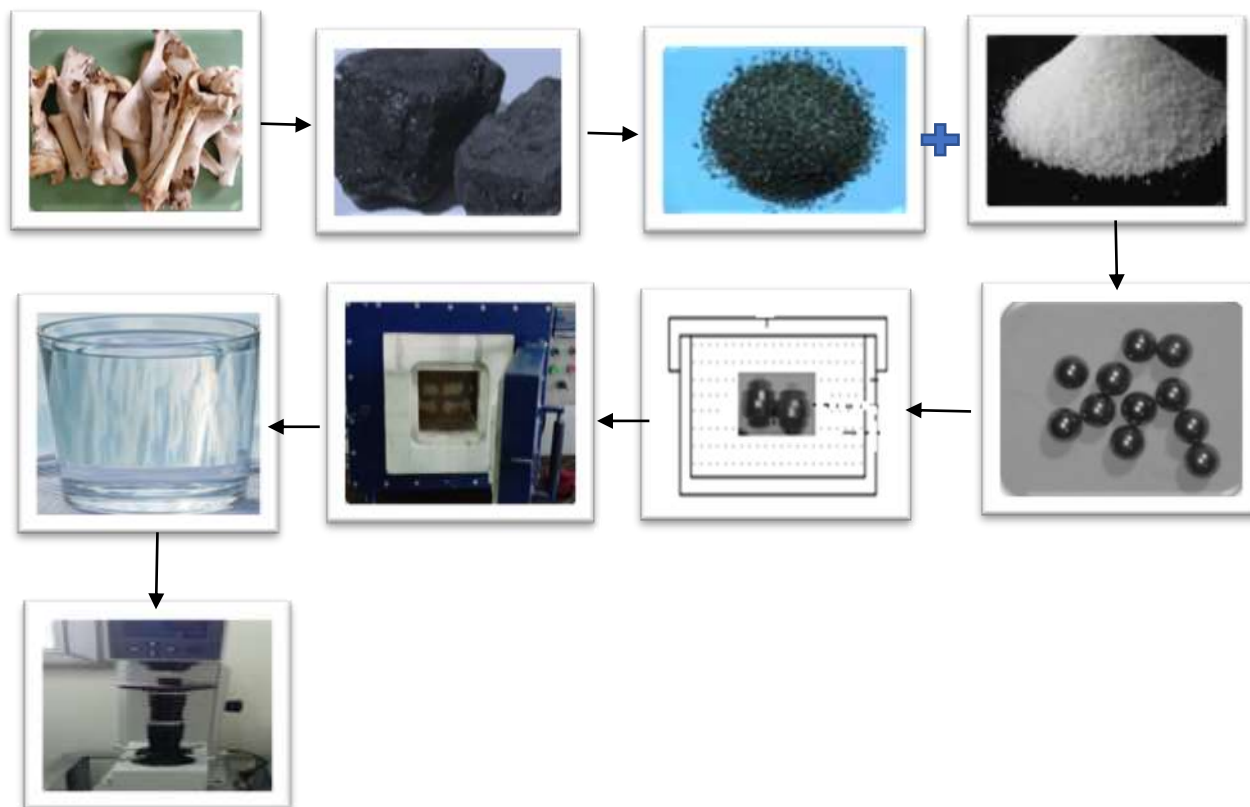
1. Rancangan penelitian

- Tulang kerbau dikumpulkan, cuci dan keluarkan sisa daging yang masih melekat pada tulang hingga bersih lalu keringkan.
- Bakar tulang kerbau hingga menjadi arang dan giling menjadi butiran-butiran halus kemudian diayak dengan ayakan mesh 20.
- Siapkan Barium Karbonat ($BaCO_3$) sebagai katalis dan campurkan dengan butiran arang yang telah diayak dengan komposisi ratio yaitu 60%:40%; 70%:30%; 80%:20%.
- Suhu pemanasan $850^{\circ}C$ dan $950^{\circ}C$ untuk pack carburizing.
- Bola baja (agel sepeda) adalah objek pack carburizing dari bahan baja karbon rendah.
- Siapkan bola baja (agel sepeda) sebanyak 18 buah yang telah di uji kekerasan awal; 3 buah untuk masing-masing suhu pemanasan $850^{\circ}C$ dengan komposisi ratio pack carburizing (9 buah) dan 3 buah untuk masing-masing suhu pemanasan $950^{\circ}C$ juga dengan komposisi rasio pack carburizing (9 buah).
- Siapkan kotak baja sebanyak 6 buah dan masukkan bola baja (agel sepeda) sesuai kebutuhan lalu taburi campuran arang tulang kerbau dan $BaCO_3$ masing-masing menurut komposisi ratio diatas.

2. Proses Pack Carburizing

- Pastikan tungku pemanas juga telah siap dan dalam kondisi baik.
- Kotak baja yang telah terisi bola baja (agel), campuran arang tulang kerbau dan $BaCO_3$, kemudian ditutup dan diberi sumbatan tanah liat pada bagian yang terdapat celah, sehingga betul-betul vakum, kotak baja dimasukkan serta diatur sedemikian di dalam tungku pemanasan.
- Hubungkan arus listrik dengan tungku pemanas untuk memulai proses pack carburizing.
- Atur temperatur carburizing (suhu $850^{\circ}C$ dan $950^{\circ}C$), setelah mencapai suhu yang ditentukan, lalu tahan selama 2 jam.
- Matikan arus untuk mengakhiri proses karburizing.
- Ambil kotak karburising dari dalam dapur pemanas dengan alat bantu (penjepit), buka tutup kotak dan ambil specimen dari kotak baja lalu dinginkan dengan air.
- Kemudian bersihkan permukaan benda.
- Lakukan langkah tersebut diatas dengan variasi berbeda (suhu pemanasan dan komposisi arang tulang kerbau dan $BaCO_3$) sampai semua sampel/specimen selesai diproses.
- Bola baja (agel) siap di uji kekerasan.

3. Setting penelitian



Hasil dan Pembahasan

Pack carburizing bertujuan untuk meningkatkan kekerasan bola baja (agel) dengan adanya penambahan karbon pada permukaan bola baja.

Tabel 1
Nilai Kekerasan pada Suhu 850⁰C, Indentor 1,588 dan Beban 100 Kgf

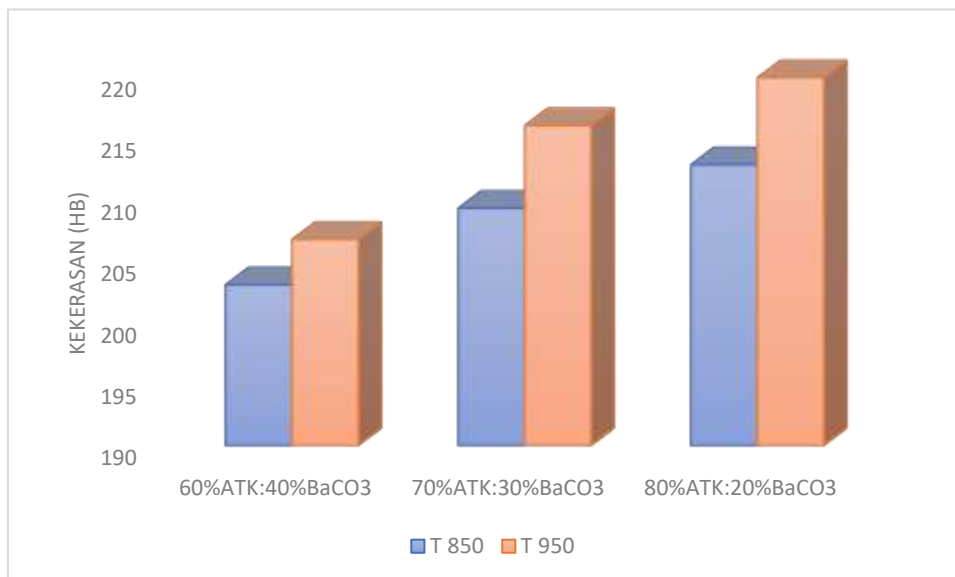
No.	Komposisi Tulang (ATK) dan BaCO3	Arang Kerbau dan	Nilai Kekerasan (HB)		Nilai Kekerasan Rata-Rata (HB)
			Sebelum	Setelah	
1				202,33	
2	60% : 40%		167,44	204,25	203,03
3				202,52	
1				208,14	
2	70% : 30%		167,44	209,26	209,24
3				210,32	
1				211,66	
2	80% : 20%		167,44	213,22	212,77
3				213,44	

Tabel 2
Nilai Kekerasan pada Suhu 950⁰C, Indentor 1,588 dan Beban 100 kgf.

No.	Komposisi Arang Tulang (ATK) dan Kerbau BaCO3	Nilai Kekerasan (HB)		Nilai Kekerasan Rata-Rata (HB)
		Sebelum	Setelah	
1	60% : 40%	167,44	206,15	206,72
2			206,34	
3			207,67	
1	70% : 30%	167,44	215,66	215,95
2			214,98	
3			217,20	
1	80% : 20%	167,44	219,54	219,84
2			220,32	
3			219,66	

Nilai kekerasan (tabel 1), setelah pack carburizing dari variasi komposisi ratio ATK dan BaCO3 pada suhu pemanasan 850⁰ dengan pendinginan air dan waktu tahan 2 jam, menunjukkan bahwa bola baja mengalami peningkatan kekerasan permukaan pada komposisi rasio 60% ATK : 40% BaCO3 sebesar 21,25%, 70% ATK : 30% BaCO3 sebesar 24,96% dan 80% ATK : 20% BaCO3 sebesar 27,07%.

Nilai kekerasan (tabel 2) juga menunjukkan peningkatan kekerasan permukaan bola baja setelah mengalami proses pack carburizing dengan komposisi rasio 60% ATK : 40% BaCO3 sebesar 23,45%, 70% ATK : 30% BaCO3 sebesar 28,97% dan 80% ATK : 20% BaCO3 sebesar 31,29%.



Gambar 1
Diagram nilai kekerasan terhadap komposisi ATK+BaCO3

Gambar 1, menunjukkan bola baja (agel sepeda) setelah pack carburizing, waktu tahan 2 jam, variasi komposisi rasio %ATK+%BaCO3, suhu pemanasan 850⁰C dan 950⁰C, dan pendinginan cepat dengan air, terlihat nilai kekerasan permukaan bola baja

lebih kecil pada temperatur pemanasan 850⁰C dibandingkan pada temperatur pemanasan 950⁰C. Pada temperatur pemanasan yang lebih tinggi pori-pori permukaan bola baja terbuka lebih lebar sehingga karbon dari arang tulang kerbau lebih banyak terdifusi ke permukaan bola baja di banding pada temperatur pemanasan yang lebih rendah. Prosentase arang tulang kerbau mempengaruhi nilai kekerasan bola baja (agel sepeda).

Kesimpulan

Nilai kekerasan bola baja yang paling baik pada temperatur pemanasan 850⁰ C berada pada komposisi rasio pack carburizing 80% ATK:20%BaCO₃ sebesar 212,77 HB, sedangkan pada temperatur pemanasan 950⁰ C juga komposisi rasio pack carburizing 80% ATK:20%BaCO₃ sebesar 219,84 HB.

BIBLIOGRAFI

- A., Ihsan, Fatah, M., & Dudi. (2015). Quantitative And Qualitative Identification Of Spotted Mature Female Domestic Asian Water Buffalo Bubalus Bubalis In Bolu Animal Market - North Toraja, South Sulawesi – Indonesia. *Tesis Padjadjaran University*, 1–14. Retrieved From [Http://Journal.Unpad.Ac.Id/Ejournal/Article/Download/6912/3227](http://Journal.Unpad.Ac.Id/Ejournal/Article/Download/6912/3227). [Google Scholar](#)
- Amstead, B.H., Ostwald, P.F., Dan Begeman, M. .. (1995). *Teknologi Mekanik Jilid 1, Edisi Ketujuh, Terj. Djaprie S.,* Jakarta: Erlangga. [Google Scholar](#)
- Aramide, Fatai Olufemi, Ibitoye, Simeon Ademola, Oladele, Isiaka Oluwole, & Borode, Joseph Olatunde. (2010). Pack Carburization Of Mild Steel, Using Pulverized Bone As Carburizer: Optimizing Process Parameters. *Leonardo Electronic Journal Of Practices And Technologies*, 9(16), 1–12. Retrieved From [Http://Lejpt.Academicdirect.Org/A16/001_012.Pdf](http://Lejpt.Academicdirect.Org/A16/001_012.Pdf). [Google Scholar](#)
- Aras, A. S. (2013). *Pengaruh Holding Time Pada Proses Pack Carurizing Media Arang Kemiri-Barium Karbonat Terhadap Sifat Mekanis Baja Karbon Rendah. Fakultas Teknik Mesin – Universitas Tadulako.* [Google Scholar](#)
- Bahtiar, Iqbal, Muhammad, & Arisandi, Defri. (2017). Analisis Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Baja Komersil Yang Mendapatkan Proses Pack Carburizing Dengan Arang Cangkang Kelapa Sawit. *Jurnal Mekanikal*, 8(1), 686–696. Retrieved From [Http://Jurnal.Untad.Ac.Id/Jurnal/Index.Php/Mekanikal/Article/Download/9083/7200](http://Jurnal.Untad.Ac.Id/Jurnal/Index.Php/Mekanikal/Article/Download/9083/7200). [Google Scholar](#)
- DA Okongwu, V. Paranthaman. (1987). Assessment Of The Efficacy Of Some Carbonate Minerals As Energizers In Pack Carburisation Of Mild Steel. *Nigerian Journal Of Technology*, 11(1), 28–43. Retrieved From [Https://Www.Ajol.Info/Index.Php/Njt/Article/Download/123248/112791](https://Www.Ajol.Info/Index.Php/Njt/Article/Download/123248/112791). [Google Scholar](#)
- Ihom, Paul Aondona. (2013). Case Hardening Of Mild Steel Using Cowbone As Energiser. *African Journal Of Engineering Research*, 1(October), 97–101. Retrieved From [Http://Citeseerx.Ist.Psu.Edu/Viewdoc/Download?Doi=10.1.1.1007.8138&Rep=Rep1&Type=Pdf](http://Citeseerx.Ist.Psu.Edu/Viewdoc/Download?Doi=10.1.1.1007.8138&Rep=Rep1&Type=Pdf). [Google Scholar](#)
- Iqbal, M. (2007). *Pengaruh Proses Pack Carburizing Madia Arang Tempurung Kelapa-Barium Carbonat Terhadap Kekerasan Dan Keausan Baja Karbon AISI 1020. Thesis Universitas Gajah Mada.* Yogyakarta. [Google Scholar](#)
- Mazuli, Sabri, & Haripriadi, Bambang Dwi. (2020). Analisa Pengaruh Arang Kayu Bakau, Arang Tempurung Kelapa Dan Arang Kayu Leban Pada Proses Pack Carburizing Terhadap Kekerasan Baja Karbon St 37. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur Dan Energi*, 3(2), 128–137.

<https://doi.org/10.30596/Rmme.V3i2.5275>. [Google Scholar](#)

Mittemeijer, E., Dossett, J., & Totten, G. (2013). *ASM Handbook 4A: Steel Heat Treating Fundamentals And Processes* ASM International. Metals Park, 619 –. [Google Scholar](#)

Rombe, M. B. (2011). *Nilai-Nilai Sosial Ekonomi Kerbau Pendatang Di Lingkungan Masyarakat Toraja. Makalah Seminar Nasional Dan Teknologi Peternakan Dan Veteriner. Pusat Penelitian Dan Pengembangan Peternakan.* [Google Scholar](#)

Somba, Robby. (2019). *Garonto' Eanan : Visualisasi Kerbau Dalam Kehidupan.* 13(2), 112–124. Retrieved From <https://journal.isi.ac.id/index.php/joged/article/download/3592/1700>. [Google Scholar](#)

Sukardjo, S. (1999). Integrated Coastal Zone Management (ICZM) In Indonesia. *Perspectives On Integrated Coastal Zone Management*, 227–233. https://doi.org/10.1007/978-3-642-60103-3_13. [Google Scholar](#)**BIBLIOGRAFI**

Copyright holder:

Tri Hastuti Widayanti, Siti Wachidah, Shafruddin Tadjuddin
(2022)

First publication right:

Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

This article is licensed under:

