

## Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Kijing (*Pilsbryoconcha Exilis*) Sebagai Katalisator Pada Proses Carburizing

Lukman Hakim<sup>1\*</sup>, Ramli<sup>1</sup>, Sugiyarto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Politeknik Manufaktur Negri Bangka Belitung, Sungailiat

\*E-mail: lukmanmankc@gmail.com

Received: 2 Januari 2024; Received in revised form: 19 Juli 2024; Accepted: 20 Agustus 2024

### Abstract

Indonesia's natural products are very rich, including containing several types of animals, one of which is a clam that belongs to one type of shellfish. Mussel shells contain 39.55% calcium carbonate ( $\text{CaCO}_3$ ). The presence of calcium carbonate in the shell makes it possible to use it as a source of catalyst in the carburization process. Carburization adds carbon to the steel when heated to austenitic temperatures, causing the carbon to diffuse onto the steel surface. Low carbon steels with a carbon content of less than 0.3% are usually used in this process. Among the low-carbon steels widely used in industry, there is St 42 Steel, which has exceptional strength. Coconut shell charcoal is used as a catalyst. Coconut shell charcoal is one of the active carbon materials. Activated charcoal from coconut shell has low ash content, high reactivity and good solubility in water. The research method used is experimental. Steel ST 42 is used as the material. At the same time, the carburizing medium is activated carbon powder from coconut shell and shellfish powder by 10%, 20% and 30%, respectively, when heated for 3.6 and 9 hours.

**Keywords:** Carburization; Hardness; Impact; Coconut shell charcoal; Carbon steel ST 42.

### Abstrak

Hasil alam Indonesia sangat melimpah, termasuk beberapa jenis hewan yang terdapat didalamnya, salah satunya adalah kerang yang termasuk salah satu hewan jenis moluska. Cangkang kerang mengandung 39,55% kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ). Kehadiran kalsium karbonat dalam kerang memungkinkan untuk digunakan sebagai sumber katalisator dalam proses *carburizing*. *Carburizing* menambahkan karbon ke baja saat dipanaskan hingga suhu austenit, menyebabkan karbon berdifusi ke permukaan baja. Proses ini biasanya menggunakan baja karbon rendah dengan kandungan karbon kurang dari 0,3%. Diantara baja karbon rendah yang biasa digunakan di industri adalah baja St 42 yang memiliki daya tahan sangat baik. Karbon tempurung kelapa digunakan sebagai katalis. Karbon tempurung kelapa merupakan salah satu bahan karbon aktif. Karbon aktif tempurung kelapa memiliki kadar abu yang rendah, reaktivitas tinggi dan kelarutan air yang baik. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Dimana bahan yang digunakan adalah baja ST 42. Sedangkan media *carburizing* berupa serbuk arang aktif dari tempurung kelapa dan serbuk kerang kijing masing-masing: 10%, 20%, dan 30% dengan pemanasan selama 3,6 dan 9 jam.

**Kata kunci:** Carburizing, Kekerasan, Impak, Arang tempurung kelapa, Baja karbon ST 42

### 1. PENDAHULUAN

Hasil alam Indonesia sangat kaya, termasuk banyaknya spesies hewan, termasuk krustasea, sejenis moluska. Terdapat ribuan spesies kerang yang mempunyai nilai ekonomis tinggi diantaranya kerang darah, kerang hijau, kerang mutiara, kerang kijing, dan tiram. Volume produksi kerang di Indonesia terus

meningkat dalam satu dekade terakhir mencapai rata-rata 94.247,1 ton per tahun dengan nilai Rp565,48 miliar/pertahun.

Kerang juga sering diubah menjadi berbagai makanan olahan, salah satu kerang yang sering diolah sebagai makanan di Bangka Belitung adalah kerang kijing yang mengakibatkan timbulnya limbah. Pengelolaan limbahnya tersebut belum mempunyai nilai tambah yang tinggi, karena

masih terbatas dari segi harga dan volume produksi, sehingga perlu dilakukan upaya baru untuk mendaur ulang limbah tersebut. Limbah dari cangkang kerang kijing ini sering diolah menjadi produk olahan berupa tepung. Karena tepung merupakan bahan makanan dengan kadar air yang jauh lebih rendah dari bahan dasarnya. Pengolahan tepung kerang terdiri dari pengeringan, penetralan, penghancuran dan penyaringan. Tepung kerang juga dapat digunakan sebagai pakan ternak dan pupuk tanaman. Cangkang kerang kijing mengandung kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) sebesar 39,55% [1]. Dengan adanya kandungan kalsium karbonat pada cangkang kerang kijing ini memungkinkan cangkang kerang kijing untuk

digunakan sebagai sumber bahan katalisator pada proses *carburizing*.

*Carburizing* merupakan proses perlakuan panas di permukaan baja dengan memanfaatkan karbon sebagai unsur pengerasan. Prinsip kerja *carburizing* adalah mengisikan karbon pada baja pada saat dipanaskan pada suhu *austenite*, sehingga karbon akan berdifusi dengan permukaan baja. Hasil yang di peroleh adalah baja dengan permukaan yang keras akan tetapi bagian inti dalamnya tetap ulet. Untuk mempercepat proses, ditambahkan barium karbonat ( $\text{BaCO}_3$ ), kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ), atau natrium karbonat ( $\text{NaCO}_3$ ) sebagai katalisator, yang ditempatkan dalam kotak kedap udara bersama bahan dan dipanaskan hingga suhu *carborizing* dalam oven [2]. Baja yang biasanya digunakan untuk proses ini adalah baja karbon rendah dengan kandungan karbon kurang dari 0,3%.

Baja karbon rendah yang sering digunakan pada dunia industri diantaranya baja ST 42 yang memiliki sifat keuletan dan mampu mesin yang baik. Baja ST 42 merupakan jenis baja struktural yang mengandung 0,25% C, 0,15% Si, 0,03% P, 0,035% S dan 0,3-0,6% Mn. Baja ST 42 dengan kandungan karbon kurang dari 0,3% tergolong baja karbon rendah dengan nilai kekerasan yang relatif rendah.. Oleh karena itu, untuk mendapatkan nilai kekerasan yang diinginkan perlu ditambah kandungan karbonnya terlebih dahulu melalui proses *carburizing* sebelum dilakukan proses *hardening*.

Arang tempurung kelapa memiliki potensi sebagai sumber karbon aktif karena kandungan unsur karbonnya yang tinggi, yaitu dapat mencapai 82,92 wt% Tempurung kelapa merupakan bahan yang paling baik untuk digunakan sebagai karbon aktif karena karbon aktif tempurung kelapa memiliki kadar abu yang rendah, reaktivitas yang tinggi dan kelarutan air yang tinggi. Pada arang tempurung kelapa sebelum diaktifkan mempunyai kadar air yang lebih tinggi yaitu 5,672%. Setelah proses aktivasi, sebagian besar air yang terikat pada karbon menguap dalam proses pirolisis, yang secara signifikan mengurangi kadar air.

Dengan terjaminnya ketersediaan arang tempurung kelapa dan cangkang kerang kijing, serta mempertimbangkan adanya kandungan kalsium karbonat pada cangkang kerang kijing tersebut memunculkan sebuah ide untuk melakukan studi tentang pemanfaatan arang tempurung kelapa sebagai sumber karbon aktif dan limbah cangkang kerang kijing sebagai katalisator pada proses *carburizing* baja ST 42.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu sebagai berikut:

### 2.1. Studi Litelatur

Penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahap persiapan eksperimen. Pada tahap persiapan eksperimen dilakukan proses pemotongan sampel, pencampuran karbon aktif dan serbuk dari kerang kijing (*Pilsbryconcha exilis*). Selanjutnya tahap eksperimen dilakukan proses pencampuran karbon aktif dan  $\text{BaCO}_3$ , proses pemanasan (*pack carburizing*), pendingin sempel (*quenching*) dan proses karakteristik baja St 42. Kemudian proses pengambilan data eksperimen dan dilakukan proses pengujian kekerasan dimana pengujian yang dilakukan adalah pengujian *rocweel* setelah itu dilakukan pengujian impak dimana pengujian impak yang digunakan adalah uji impak charpy.

### 2.1. Metode penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental. Material yang

digunakan baja ST 42, sedangkan media *carburizing* berupa serbuk arang aktif dari tempurung kelapa dan serbuk kerang kijing masing-masing: 10%, 20%, dan 30%. Benda kerja dan media *carburizing* dimasukkan kedalam kotak *carburizing* dalam keadaan kedap udara, maka kotak *carburizing* ditutup secara rapat dengan menggunakan tanah liat. Kotak *carburizing* dimasukkan kedalam oven/tungku dan dipanaskan dengan temperatur 900°C masing-masing 3,6, dan 9 jam. Setelah mencapai waktu yang telah ditentukan, buka tungku dan angkat kotak *carburizing* dengan besi pengait dari dalam oven, kemudian lakukan pendinginan secara cepat dengan melakukan pencelupan kedalam air. Setelah proses *carburizing* selesai, benda kerja dibersihkan kemudian dilakukan pengujian kekerasan dan pengujian impak untuk mengetahui nilai kekerasan dan nilai kekuatan impak dari benda kerja hasil proses *carburizing* tersebut. Pengujian kekerasan menggunakan uji kekerasan menggunakan uji kekerasan *brinell* dan uji kekerasan *rockwell*. Adapun pengujian impack menggunakan metode *charpy* sesuai dengan standar ASTM E23.

### 2.3 Perancangan Parameter Proses

Pengembangan parameter ini dilakukan setelah memahami secara umum tentang penelitian yang akan dilaksanakan dengan membaca publikasi-publikasi penelitian terdahulu. Dengan mengacu pada referensi dan panduan yang telah dipelajari, parameter proses dapat dirancang.

### 2.4 Persiapan Bahan dan Alat

Selama proses pembuatan sampel penelitian, langkah-langkahnya dilakukan di bengkel yang terletak di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Sementara pengambilan data uji impak dan uji kekerasan dilakukan di Laboratorium Material Jurusan Teknik Mesin Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

### 2.5 Ekperimen

Adapun tahapan-tahapan pembuatan sampel *carburizing*:

- 1) Proses pembuatan benda kerja dengan metode *charpy* ASTM E23.
- 2) Proses persiapan matrial pada tahap ini sudah ditentukan variasi dari cangkang kerang kijing dan serbuk arang

tempurung kelapa.

- 3) Proses pembuatan kotak
- 4) Proses pencampuran semua matrial di kotak meliputi baja St42, serbuk arang tempurung kelapa dan serbuk cangkang kerang kijing.
- 5) Proses *heatreatment* sesuai dengan variasi yang sudah ditentukan.
- 6) Proses *quenching* dengan menggunakan media berupa air.
- 7) Pengujian kekerasan dengan menggunakan metode uji kekerasan *rockwell*
- 8) Pengujian impak dimana pengujian impak *charpy*
- 9) Pengolahan data dimana dengan menggunakan metode desain full faktorial.

### 2.6 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di politeknik manufaktur negeri bangka belitung dan pengujian dilaboratium material teknik mesin politeknik manufaktur negeri bangka belitung.

### 2.7 Pencampuran Bahan

Bahan utama yang digunakan di penelitian ini adalah karbon aktif serbuk arang batok kelapa dan serbuk kerang kijing sebagai katalisator yang berfungsi untuk mempercepat laju reaksi karbon pada baja ST 42 dengan komposisi bubuk karbon 0%,10%,20% dan 30% dengan waktu pemanasan 3,6, dan 9 jam.

### 2.8 Proses pack carburizing

Tahap awal proses ini yaitu mencampurkan karbon aktif arang batok kelapa dan serbuk kerang kijing  $BaCO_3$  kedalam kotak karburizing setelah itu ditutup dengan tanah liat supaya tidak ada udara yang masuk. Selanjutnya melakukan pemanasan dengan memasukkan media pack *carburizing* kedalam oven. Lakukan pemanasan hingga temperatur 900°C dengan waktu yang sudah ditetapkan.

### 2.9 Proses Pendinginaan

Setelah melakukan pemanasan hingga mencapai temperatur 900°C dengan waktu variasi yang sudah ditetapkan selanjutnya dilakukan pendinginan spesimen dengan

metode *quenching* pada media air. Proses ini dilakukan supaya terperangkapnya carbon pada benda kerja baja ST 42.

## 2.10 Pengujian sampel

### 2.10.1 Pengujian kekerasan

Pengujian kekerasan merupakan pengujian yang digunakan untuk memeriksa kekerasan suatu material karena dengan pengujian ini kita dapat dengan mudah mengetahui gambaran sifat mekanik dari material tersebut. Sekalipun pengukuran dilakukan pada tiga titik atau area tertentu, nilai kekerasan cukup signifikan untuk menentukan kekuatan material. Dengan uji kekerasan, material dapat dengan mudah diklasifikasikan sebagai keras atau rapuh menggunakan uji kekerasan Brinell.

### 2.10.2 Pengujian dampak

Pengujian dampak charpy merupakan standar pengujian laju regas tinggi yang menentukan jumlah energi yang diserap bahan selama terjadi patahan. Energi yang diserap adalah ukuran ketangguhan bahan tertentu dan bertindak sebagai alat untuk belajar bergantung pada suhu transisi ulet getas.

### 2.11 Analisa Data

Analisa data yang digunakan adalah metode desain full faktorial. Metode desain full faktorial digunakan untuk mengevaluasi efek intraksi dari berbagai faktor terhadap variabel respon dalam suatu eksperimen. Dengan memeriksa semua kombinasi mungkin dari tingkat-tingkat factorial yang terlibat, metode ini memberikan pemahaman komprehensif tentang hubungan antar variabel. Kelebihan meliputi kemampuan untuk mengidentifikasi pengaruh utama intraksi, serta kemungkinan

penerapan hasil eksperimen pada kondisi yang lebih luas. Meskipun memberikan informasi mendalam, desain ini tidak selalu praktis dalam situasi dengan jumlah faktor atau tingkat yang tinggi. Dalam kasus ini, metode eksperimental yang lebih efisien untuk digunakan

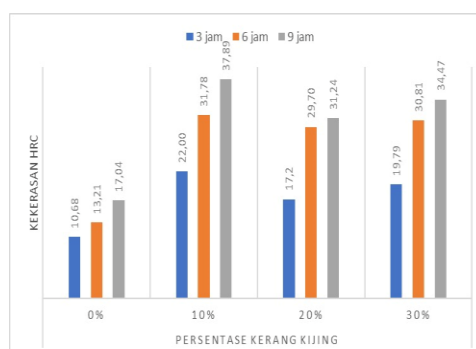
## 3. HASIL PEMBAHASAN

Hasil pembahasan spesimen benda uji adalah sebagai berikut:

1. ST 42 baja karbon rendah, kondisi pemanasan awal sama untuk setiap sampel.
2. Bahan proses perlakuan panas karbonisasi padat adalah serbuk karbon tempurung kelapa + cangkang kerang kijing ( $\text{CaCO}_3$ ) sebagai katalis.
3. Komposisi serbuk karbon 10%, 20%, 30%.
4. Oven pemanas yang digunakan milik Laboratorium Teknik Mesin Polman Babel.
5. Waktu pemanasan adalah 3,6 dan 9 jam.
6. Proses pendinginan dilakukan dengan pendinginan langsung (*quenching*) dengan media pendingin air.
7. Pengujian yang digunakan adalah pengujian kekerasan rokwel.
8. Pengujian dampak yang digunakan adalah pengujian dampak charpy.
9. Analisa data menggunakan metode desain full faktorial.

### A. Hasil Uji Kekerasan

Uji kekerasan yang digunakan adalah uji kekerasan dan brinell dimana menghasilkan data rata-rata dari hasil uji kekerasan dapat dilihat di Gambar 1.



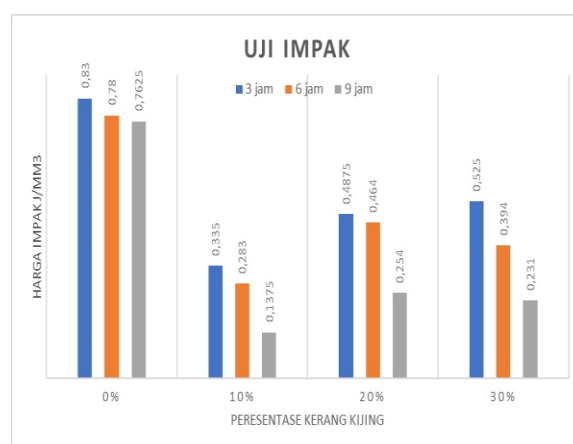
Gambar 1. Grafik hasil uji kekerasan

Gambar 1 nilai kekerasan dengan waktu 3 jam, 6 jam dan 9 jam, dengan variasi 0%, 10%, 20%, dan 30% dapat dilihat, nilai kekerasan dari semua spesimen yang dilakukan holding time dengan menggunakan variasi 10%, 20% dan 30% dengan lama waktu 3 jam, 6 jam dan 9 jam kemudian di *quenching* meningkat jika dibandingkan dengan variasi 0%. Berdasarkan grafik dan nilai rata-rata uji kekerasan, hasil terbaik pengujian terdapat pada perbandingan volume serbuk cangkang kerang kijing 10% dengan lama waktu penahan 9 jam dengan rata-rata nilai 37,89 HRC. Harga nilai tertinggi didapatkan

karena lama waktu penahanan dan variasi serbuk cangkang kerang kijing. Dan nilai terendah didapatkan dari hasil tanpa katalisator cangkang kerang kijing.

#### B. Hasil Uji Impak

Pengujian impeck yang mengacu pada standar ASTM E23 yang dilakukan pada benda kerja dengan persentase kerang 0%, 10%, 20% dan 30% dengan persentase kerang 0% sebagai pembandingan dengan waktu penahanan selama 3, 6 dan 9 jam dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik hasil uji impak

Gambar 2. Nilai uji impak dengan waktu 3 jam, 6 jam dan 9 jam, dengan persentase 0%, 10%, 20%, dan 30% dapat dilihat, nilai impak dari semua spesimen yang dilakukan holding time dengan menggunakan variasi 10%, 20% dan 30% dengan lama waktu 3 jam, 6 jam dan 9 jam kemudian di *quenching* menurun jika dibandingkan dengan variasi 0%. Berdasarkan grafik dan nilai rata-rata uji

impak, hasil terbaik pengujian terdapat pada perbandingan volume serbuk cangkang kerang kijing 10% dengan lama waktu penahan 9 jam dengan rata-rata nilai 0,251 J/mm<sup>3</sup>. Harga nilai terkecil didapatkan karena lama waktu penahanan dan variasi serbuk cangkang kerang kijing. Dan nilai tertinggi didapatkan dari hasil tanpa katalisator cangkang kerang kijing.

#### 4. SIMPULAN

Dari Gambar 1 dan 2 hasil pengujian maupun penelitian dapat diketahui sifat mekanis nilai kekerasan tertinggi terdapat pada variasi 10% katalisator kerang kijing dengan waktu penahanan selama 9 jam akan mengalami peningkatan kekerasan yang sangat signifikan, selanjutnya, berbanding terbalik dengan kekerasan, nilai uji impak mengalami penurunan pada waktu 9 jam dengan persentase 10%.

Sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan persentase serbuk kerang kijing 10% dan semakin lama waktu penahanan, nilai kekerasan yang didapat akan semakin tinggi dan akan berbanding terbalik dengan hasil nilai uji impak yang rendah.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdullah A, Nurjanah, Wardhani YK 2010. Karakteristik Fisik dan Kimia Tepung Cangkang Kijing Lokasi (Pilsbryoconcha exilis). Jurnal

- pengolahan Hasil Perikanan Indonesia 13(1): 48-57.
- [2] Sujita, 2016 Proses *Pack Carburizing* Media *Carburizing* Alternatif Serbuk Arang Tongkol Jagung dan Serbuk Cangkang Kerang Mutiara. *Jurnal merhanical* 7 (2) 36-41.
- [3] Waas, K.-. (2020). Pengaruh Holding Time (Waktu Tahan) Dan Variasi Media Quenching (Pendinginan) Terhadap Nilai Kekerasan Baja Karbon Rendah ST 42 Pada Proses Pengkarbonan Padat Menggunakan Arang Batok Biji Pala (*Myristica fagrans*). *Jurnal Simetrik*, 10(1), 269-278.  
<https://doi.org/10.31959/js.v10i1.361>
- [4] Nuhgraha, Y., Rosa, M. K. A., & Agustian, I. (2020). Perancangan Alat Uji Impak Digital dengan Metode Charpy Untuk Mengukur Kekuatan Material Polimer. *Jurnal Amplifier: Jurnal Ilmiah Bidang Teknik Elektro Dan Komputer*, 10(2), 15-19.  
<https://doi.org/10.33369/jamplifier.v10i2.15316>
- [5] Jamal, I., Rahman, M., & Abdullah, A. (2014). Pengaruh Karburisasi Padat dengan Katalisator Cangkang Kerang Darah ( $\text{CaCO}_2$ ) Terhadap Sifat Mekanik dan Keausan Baja St . 37. *Snttm Xiii*, 15-16.
- [6] Hamzah, M. S., & Iqbal, D. M. (2008). Peningkatan Ketahanan Aus Baja Karbon Rendah Dengan Metode Carburizing. *Jurnal SMARTek*, 6(3), 169-175.
- [7] Shaifudin, A. (2018). Optimalisasi difusi karbon dengan metode pack carburizing pada baja ST 42. *Jurnal Mesin Nusantara*, 22(1), 27-34.