

**PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG KERANG SIMPING
(*AMUSIUM PLEURONECTES*) SEBAGAI KATALISATOR
PADA PROSES *CARBURIZING***

PROYEK AKHIR

Laporan akhir ini dibuat dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat kelulusan Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Diusulkan oleh

Muhamad Juniardi NPM: 1042048

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG**

2024

LEMBAR PENGESAHAN

**PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG KERANG SIMPING
(*AMUSIUM PLEURONECTES*) SEBAGAI KATALISATOR PADA
PROSES *CARBURIZING***

Diusulkan oleh

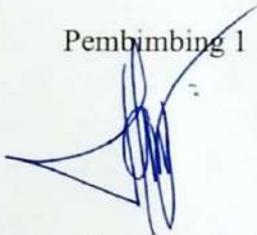
Muhamad Juniardi

NPM: 1042048

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan
Program Sarjana Terapan Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

Menyetujui,

Pembimbing 1



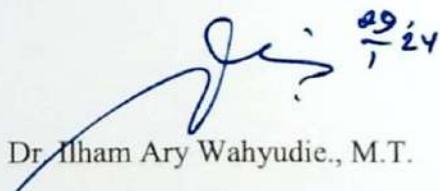
Ramli, M.Sc., Ph.D.

Pembimbing 2



Zulfitriyanto, S.S.T., M.T.

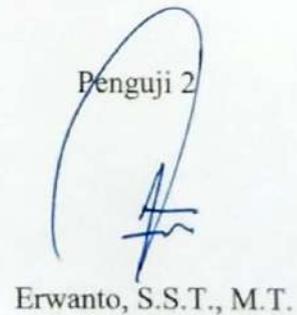
Penguji 1



09/1/24

Dr. Ilham Ary Wahyudie., M.T.

Penguji 2



Erwanto, S.S.T., M.T.

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa : Muhamad Juniardi NPM : 1042048

Dengan Judul : Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Simping (*Amusium Pleuronectes*) Sebagai Katalisator pada Proses *Carburizing*.

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

Sungailiat, 25 Januari 2024

Nama Mahasiswa

Tanda Tangan

Muhamad Juniardi



ABSTRAK

Kerang simping salah satu limbah yang jarang dimanfaatkan, tingginya kadar kalsium karbonat cangkang kerang simping memungkinkannya untuk digunakan sebagai bahan katalisator pada proses carburizing. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh serbuk cangkang kerang simping sebagai katalisator pada proses carburizing terhadap nilai kekerasan dan kekuatan impact baja St. 42. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan memvariasikan persentase serbuk cangkang kerang simping: 0%, 10%, 20%, 30%, dan serbuk arang aktif batok kelapa: 100%, 90%, 80%, 70%, terhadap baja St. 42 dengan variasi waktu carburizing: 3 jam, 6 jam, dan 9 jam menggunakan suhu 900 °C. Pengujian yang dilakukan uji kekerasan rockwell dan uji impact charpy sesuai standar ASTM E23. Dari hasil pengujian diperoleh nilai kekerasan dan kekuatan impact yang baik waktu 3 jam persentase 30% dengan rata-rata nilai kekerasan 34,02 HRC dan harga impact sebesar 0,4041 joule/mm², waktu 6 jam persentase 30% dengan rata-rata nilai kekerasan 38,92 HRC dan harga impact sebesar 0,2291 joule/mm², waktu 9 jam persentase 30% dengan rata-rata nilai kekerasan 43,68 HRC dan harga impact sebesar 0,1791 joule/mm². Jadi dengan penambahan waktu carburizing maka kekerasan bertambah. Berarti serbuk cangkang kerang simping sebagai katalisator berfungsi dan layak.

Kata kunci: cangkang kerang simping, carburizing, baja St. 42, uji kekerasan rockwell, dan uji impact charpy.

ABSTRACT

Simping clam is a type of waste that is rarely used. The high levels of calcium carbonate in simping shells enable them to be used as a catalyst in the carburizing process. This research aimed to determine the effect of simping clam shell powder as a catalyst in the carburizing process on the hardness and impact strength values of St. 42 steel. This research used an experimental method by varying the percentage of simping clam shell powder: 0%, 10%, 20%, 30%, and coconut shell activated charcoal powder: 100%, 90%, 80%, and 70%, against St. 42 steel with variations in carburizing time: 3 hours, 6 hours, and 9 hours using a temperature of 900°C. The tests carried out were rockwell hardness tests and charpy impact tests according to ASTM E23 standards. From the test results, it was obtained that good hardness and impact strength values were obtained in 3 hours, the percentage was 30% with an average hardness value of 34.02 HRC and an impact value of 0.4041 joules/mm², in 6 hours the percentage was 30% with an average hardness value of 38.92 HRC and an impact value of 0.2291 joules/mm², a time of 9 hours with a percentage of 30% an average hardness value of 43.68 HRC and an impact value of 0.1791 joules/mm². So by increasing the carburizing time, the hardness increases. This means that simping clam shell powder functions as a catalyst.

Key words: simping clam shell, carburizing, St. 42 steel, rockwell hardness test, and charpy impact test.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, atas ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan proyek akhir ini. Adapun judul proyek akhir yang penulis ajukan adalah “PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG KERANG SIMPING (*AMUSIUM PLEURONECTES*) SEBAGAI KATALISATOR PADA PROSES *CARBURIZING*”. Proyek akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan program Diploma IV Teknik Mesin dan Manufaktur, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Tidak dapat disangkal bahwa butuh usaha yang keras, kegigihan, dan kesabaran, dalam penyelesaian pengerjaan proyek akhir ini. Namun disadari karya ini tidak akan selesai tanpa orang-orang tercinta di sekeliling penulis yang mendukung, membantu dan mendo’akan penulis. Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar- besarnya kepada:

1. sang pencipta Allah SWT yang telah memberi kemudahan dan kelancaran kepada penulis dalam menyelesaikan proyek akhir ini;
2. Nuryani ibu penulis dan Yu’an ayah penulis yang telah mendukung dan mendoakan penulis hingga dapat menyelesaikan proyek akhir ini;
3. Wenny Widia kakak perempuan penulis dan penulis Agustian dan Relly kakak laki-laki penulis yang juga mendukung dan mendo’akan penulis hingga dapat menyelesaikan proyek akhir ini;
4. Susilawati kekasih penulis yang telah banyak membantu, memberi dukungan dan mendo’akan penulis hingga dapat menyelesaikan proyek akhir ini;
5. bapak Ramli M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing satu dan bapak Zulfitriyanto, S.S.T. M.T. selaku dosen pembimbing dua yang telah memberikan bimbingan, nasehat, motivasi dan berbagai pengalaman kepada penulis dalam menyelesaikan proyek akhir ini dengan penuh keikhlasan dan kesabaran;

6. bapak Dr. Ilham Ary Wahyudie., M.T. selaku dosen penguji satu dan bapak Erwanto, S.S.T., M.T. selaku dosen penguji dua yang sudah ikut membantu penulis dalam memperbaiki proyek akhir ini hingga dapat selesai dengan baik;
7. segenap dosen program studi D-IV Teknik Mesin dan Manufaktur yang tidak bisa penulis sebutkan satu-persatu yang telah mendidik dan memberikan ilmu selama penulis menempuh perkuliahan di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung;
8. seluruh teman-teman satu kelas dan mahasiswa program studi D-IV Teknik Mesin dan Manufaktur, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung angkatan 2020 yang telah saling mendoakan dan mendukung satu sama lain; dan
9. yang tak penulis lupakan kepada diri sendiri karena telah bertahan sampai titik ini melewati berbagai permasalahan dalam menyelesaikan proyek akhir ini.

Penulis menyadari proyek akhir ini jauh dari kata sempurna, karena keterbatasan ilmu yang penulis miliki. Untuk itu penulis dengan kerendahan hati mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun dari semua pihak demi membangun proyek akhir ini. Harapan penulis semoga proyek akhir ini dapat berguna bagi piha-pihak terkait, lingkungan Teknik Mesin dan Manufaktur, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung serta para pembaca pada umumnya.

Sungailiat, 25 Januari 2024



Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
BAB II DASAR TEORI.....	5
2.1 Cangkang Kerang Sumping (<i>Amusium Pleuronectes</i>).....	5
2.2 Kalsium Karbonat (CaCO_3)	7
2.3 Katalis.....	8
2.4 Arang Aktif Batok Kelapa.....	9
2.5 Baja St. 42	10
2.6 <i>Carburizing</i>	11
2.7 <i>Quenching</i>	12
2.8 Uji Kekerasan Rockwell.....	13
2.9 Uji Impak Charpy	14
2.10 Metode Eksperimen Faktorial	16
2.11 Penelitian Terdahulu	18

BAB III METODE PELAKSANAAN.....	21
3.1 Diagram Alir Metode Pelaksanaan.....	21
3.2 Pengumpulan Data	22
3.3 Perumusan Masalah dan Tujuan Penelitian	22
3.4 Rancangan Eksprimen.....	22
3.5 Alat dan Bahan	24
3.5.1 Peralatan Penelitian	24
3.5.2 Bahan Penelitian.....	26
3.6 Pembuatan Spesimen Pengujian.....	27
3.7 Validasi Spesimen Material	28
3.8 Pengujian Spesimen Material.....	28
3.8.1 Pengujian Kekerasan Rockwell.....	28
3.8.2 Pengujian Impak Charpy	28
3.9 Pengolahan Data.....	29
3.10 Analisis Data	30
3.11 Kesimpulan.....	32
BAB IV PEMBAHASAN.....	33
4.1 Uji Kekerasan	33
4.1.1 Proses Pembuatan Sampel.....	33
4.1.2 Proses Pengambilan Data	33
4.1.3 Data Pengujian	34
4.1.4 Uji Normalitas Data	36
4.1.5 Hasil Uji <i>Analisis of Variance</i>	37
4.1.6 Analisis Faktor Waktu <i>Carburizing</i>	38
4.1.7 Analisis Faktor Serbuk Cangkang Kerang Simpson	38
4.1.8 Analisis Waktu <i>Carburizing</i> dan Serbuk Cangkang Kerang Simpson.....	38
4.2 Uji Impak.....	39
4.2.1 Proses Pembuatan Sampel.....	39
4.2.2 Proses Pengambilan Data	40
4.2.3 Data Pengujian	40

4.2.4 Uji Normalitas Data	42
4.2.5 Hasil Uji Analisis of Variance.....	43
4.2.6 Analisis Faktor Waktu <i>Carburizing</i>	44
4.2.7 Analisis Faktor Serbuk Cangkang Kerang Simping	44
4.2.8 Analisis Waktu <i>Carburizing</i> dan Serbuk Cangkang Kerang Simping.....	45
BAB V PENUTUP	47
5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran.....	47
DAFTAR PUSTAKA	49



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1 Data Hasil Uji Kekerasan (HRC)	23
3.2 Data Hasil Uji Impak (Joule/mm ²).....	23
3.3 Rancangan Eksperimen Uji Kekerasan	29
3.4 Rancangan Eksperimen Uji Impak.....	30
3.5 Level dan Parameter	30
3.6 Desain <i>Full Factorial</i>	31
3.7 Uji ANOVA	31
4.1 Data Hasil Pengujian Kekerasan 0%	34
4.2 Data Hasil Pengujian Kekerasan 10%, 20%, dan 30%	35
4.3 Data Rata-Rata Hasil Pengujian Kekerasan	35
4.4 ANOVA Uji Kekerasan	37
4.5 Data Hasil Pengujian Impak 0%	41
4.6 Data Hasil Pengujian Impak 10%, 20%, dan 30%	41
4.7 Data Rata-Rata Hasil Pengujian Impak.....	41
4.8 ANOVA Uji Impak	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Morfologi Kerang Simpson	5
2.2 Diagram Reaksi Tanpa dan Dengan Katalis	9
2.3 Diagram Fasa Fe-C.....	12
2.4 Ilustrasi Skematis Pengujian Impak dengan Benda Uji Charpy	15
2.5 Spesimen Uji ASTM E23.....	16
3.1 Diagram Alir Pelaksanaan.....	21
3.2 Oven Pemanas Nebertherm	24
3.3 Alat Uji Kekerasan Zwick/Roell	24
3.4 Alat Uji Impak.....	25
3.5 Timbangan.....	25
3.6 Kotak <i>Carburizing</i>	26
3.7 Serbuk Cangkang Kerang Simpson	26
3.8 Serbuk Arang Aktif Batok Kelapa	27
3.9 Baja St. 42	27
4.1 Proses Pengujian Kekerasan.....	34
4.2 Grafik Uji Kernomalan Data Kekerasan	36
4.3 Grafik Uji Kekerasan	38
4.4 Proses Pengujian Impak	40
4.5 Grafik Uji Kernomalan Data Impak.....	43
4.6 Grafik Uji Impak	45

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Daftar Riwayat Hidup
- Lampiran 2 : Sertifikasi Baja St. 42
- Lampiran 3 : Proses Penumbukan Cangkang Kerang Simping
- Lampiran 4 : Proses Pembuatan Kotak *Carburizing*
- Lampiran 5 : Proses Pemotongan Benda Kerja Baja St. 42
- Lampiran 6 : Proses Pemesinan (*Facing*) Benda Kerja Sesuai ASTM E23 dan
Proses Validasi Benda Kerja
- Lampiran 7 : Proses Pembuatan Takik
- Lampiran 8 : Persentase Serbuk Cangkang Kerang Simping Serbuk Arang Aktif
Batok Kelapa
- Lampiran 9 : Proses Penggabungan Serbuk Cangkang Kerang Simping dan
Serbuk Arang Aktif Batok Kelapa
- Lampiran 10 : Proses Pengambilan Kotak *Carburizing* dari dalam Oven Pemanas
- Lampiran 11 : Proses *Quenching* ke dalam Air
- Lampiran 12 : Validasi Hasil ANOVA di Aplikasi Minitab
- Lampiran 13 : Perhitungan ANOVA Uji Kekerasan
- Lampiran 14 : Perhitungan ANOVA Uji Impak

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kerang adalah salah satu kekayaan sumber daya perairan Indonesia. Ada banyak sekali jenis kerang di perairan Indonesia, termasuk beberapa jenis kerang yang bernilai ekonomi, seperti tiram, kerang hijau, kerang darah, kerang mutiara, dan kerang simping (World Wide Fund, 2015). Volume produksi kerang Indonesia terus meningkat, pada dekade terakhir mencapai 94.247,1 ton/tahun dengan nilai Rp 565,48 miliar/tahun (Kementrian Kelautan dan Perikanan, 2015).

Hasil kerang Indonesia yang melimpah harus diimbangi dengan pengolahan dan pemanfaatan sumber daya kerang tersebut. Kerang dapat dimanfaatkan dagingnya untuk diolah menjadi makanan, namun menghasilkan cangkang yang kadang-kadang jarang digunakan dan disia-siakan. Banyaknya jumlah limbah padat yang dihasilkan dari cangkang kerang berpotensi mengakibatkan pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, upaya yang serius dalam pemanfaatan limbah padat cangkang kerang sangat dibutuhkan untuk mengurangi dampak buruk pada manusia dan lingkungan.

Salah satu kerang yang mudah didapat di perairan Bangka adalah kerang simping. Limbah padat seperti cangkang kerang simping sampai saat ini lebih umum digunakan sebagai bahan kriya seperti hiasan interior ruangan dan sebagai bahan campuran pakan hewan ternak (Agustini *et al.*, 2011), oleh karena itu perlu pemanfaatan lain untuk menambah nilai guna cangkang kerang simping. Cangkang kerang simping mengandung kalsium dalam bentuk kalsium karbonat (CaCO_3) sebesar 96,5% (Syalsabilah Ramadani, 2021). Tingginya kadar kalsium cangkang kerang simping tersebut memungkinkan cangkang kerang simping untuk digunakan sebagai sumber bahan katalisator pada proses *carburizing*. Katalis berpengaruh pada proses *carburizing* karena mampu mempercepat pembentukan gas karbon dioksida (CO_2) yang dibutuhkan untuk proses difusi karbon yang terjadi pada permukaan baja karbon rendah (Tarsono Dwi Susanto, *et al.*, 2020).

Carburizing adalah proses penambahan karbon (C) yang berasal dari bahan yang mengandung karbon ke dalam logam untuk meningkatkan kekerasannya. Prosedur ini terutama diterapkan pada permukaan material. Logam dapat ditingkatkan kekerasannya dengan mencampurkannya dengan unsur lain, seperti nitrogen, karbon, dan kalsium karbonat. Dalam kotak kedap udara, logam dipanaskan sampai suhu *carburizing* dalam tungku pemanas dengan penambahan katalis seperti barium karbonat (BaCO_3), kalsium karbonat (CaCO_3), atau natrium karbonat (NaCO_3) untuk mempercepat proses difusi karbon (Sujita, 2016). Dalam proses pengarbonan padat (*pack carburizing*) memanfaatkan sumber karbon berbentuk padat berupa serbuk arang yang berasal dari kayu, batok kelapa, bambu, dan lain-lain.

Baja St. 42 memiliki keuletan yang tinggi sehingga sering digunakan pada roda gigi, poros, dan lain-lain, tetapi memiliki kekerasan yang rendah. Baja St. 42 adalah jenis baja konstruksi mengandung 0,07-0,10% karbon (C), 0,15-0,25% silikon (Si), 0,03% fosfor (P), 0,035% sulfur (S), dan 0,3-0,6% mangan (Mn) (Adi Shaifudin, *et al.*, 2018). Karena kandungan karbon di bawah 0,25% baja St. 42 termasuk jenis baja karbon rendah (*low-carbon steel*), dimana kelompok baja karbon rendah ini masih mungkin untuk ditambah kandungan karbonnya agar meningkat kemampuannya untuk dikeraskan (Adi Shaifudin, *et al.*, 2018).

Salah satu karbon aktif yang dapat digunakan dalam proses *carburizing* adalah karbon aktif batok kelapa. Batok kelapa adalah salah satu bahan terbaik yang dapat dijadikan karbon aktif, sebab karbon aktif dari batok kelapa mempunyai kandungan abu yang rendah, reaktivitas tinggi, dan kemampuan larut yang tinggi (Gilar S. Pambayun, *et al.*, 2013). Adapun yang membedakan arang aktif dengan arang biasa yaitu, arang aktif berupa bubuk dan lebih berpori dibanding arang biasa. Tidak semua batok kelapa bisa dijadikan arang aktif, karena kriteria batok kelapa yang bisa dijadikan arang aktif adalah batok kelapa yang sudah benar-benar tua dan keras dengan kandungan air rendah, kriteria tersebut bertujuan untuk meratakan dan mempercepat proses pematangan dan pengarangan (Harnati Rafiastuti, 2022).

Dengan mempertimbangkan ketersediaan dari arang aktif batok kelapa dan cangkang kerang simping yang banyak mengandung kalsium karbonat, maka

memungkinkan digunakan sebagai karbon aktif dan katalisator pada proses *carburizing*. Oleh karena itu, penulis berkeinginan melakukan studi pemanfaatan serbuk cangkang kerang simping sebagai katalisator dan arang aktif batok kelapa sebagai karbon aktif pada proses *carburizing* baja St. 42.

1.2 Rumusan Masalah

Merujuk pada latar belakang di atas rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh cangkang kerang simping sebagai katalisator pada proses *carburizing* baja St. 42 dengan membandingkan nilai kekerasan dan kekuatan impak hasil proses *carburizing* tanpa katalisator dan dengan katalisator serbuk cangkang kerang simping?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. menggunakan baja karbon rendah baja St. 42;
2. proses *carburizing* menggunakan suhu 900°C;
3. media pendingin (*quenching*) menggunakan air;
4. pengujian terdiri dari uji kekerasan dan uji impak;
5. pengujian kekerasan menggunakan uji kekerasan rockwell; dan
6. pengujian impak menggunakan metode charpy sesuai dengan standar ASTM E23.

1.4 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. mengetahui pengaruh variasi persentase katalisator serbuk cangkang kerang simping dan waktu proses *carburizing* terhadap nilai kekerasan dan kekuatan impak baja St. 42;
2. mengetahui kelayakan cangkang kerang simping sebagai katalisator pada proses *carburizing* terhadap baja St. 42 dengan membandingkan nilai kekerasan dan kekuatan impak hasil proses *carburizing* tanpa katalisator dan dengan katalisator serbuk cangkang kerang simping; dan

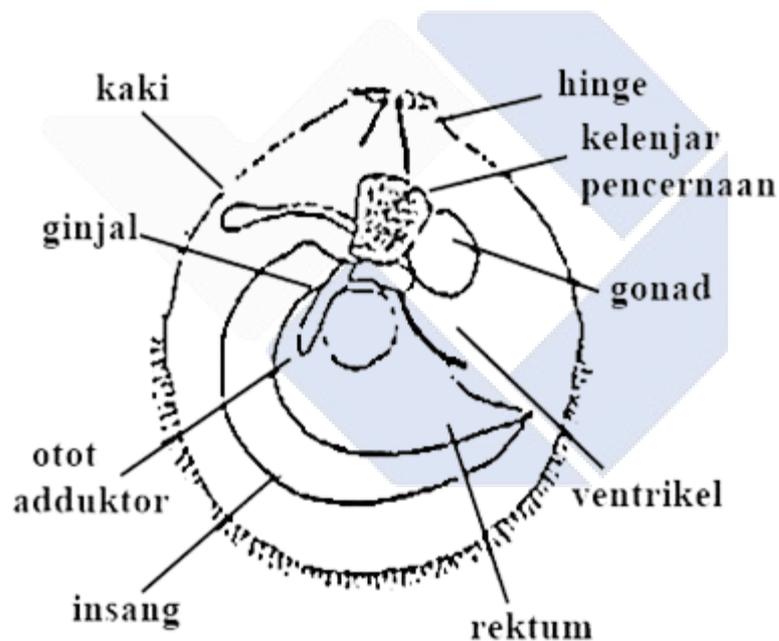
3. dengan berfungsinya serbuk cangkang kerang simping sebagai katalisator pada proses *carburizing* maka penelitian ini bermanfaat bagi kemajuan dunia industri baja dan kebersihan lingkungan alam.



BAB II DASAR TEORI

2.1 Cangkang Kerang Semping (*Amusium Pleuronectes*)

Kerang semping dengan nama ilmiah *Amusium pleuronectes* adalah salah satu organisme yang berhabitat di perairan laut, termasuk di perairan laut Indonesia. Kerang jenis ini tersebar luas mulai dari perairan Australia, Asia Tenggara hingga Asia Timur. Kerang semping sering ditemukan di lapisan bawah seperti pasir atau lumpur berpasir pada kedalaman lima sampai sepuluh meter (Widowati *et al.*, 2002).



Gambar 2.1 Morfologi Kerang Semping (Allan, 1962).

Kerang semping mempunyai katup cangkang pada permukaan luar yang warnanya keputih-putihan, sementara pada permukaan dalam terdapat dua area sempit. Kerang semping mempunyai bermacam gigi (*hinge*) seperti huruf V terbalik di bagian atas sebelah kanan. Selain difungsikan menjadi alat pergerakan, kerang semping juga mempunyai kaki yang dipakai agar dapat mencegah lumpur masuk ke dalam insang dan organ lain (Allan, 1962). Seperti kebanyakan bivalvia, kerang

simping merupakan hewan penyaring (*filter feeder*) dimana makanan utamanya adalah plankton dan sisa organik. Saat berada di dalam air, kerang simping membuka cangkangnya sedikit untuk bernafas dan makan. Aliran air kemudian mengalir melalui cangkang dan partikel makanan disaring dengan menggunakan insang besar. (Young, 1980).

Ditinjau dari organ reproduksinya, kerang simping memiliki jenis kelamin yang terpisah (*dioecious*), dimana jantan dan betina dilihat perbedaannya dari warna gonad (Campbell, 2006). Gonad betina dewasa ditandai alat kelaminnya bewarna oranye, sementara gonad jantan dewasa bewarna putih. Pemijahan terjadi secara alami di mana kerang simping betina melepaskan telurnya keluar, kemudian pembuahan terjadi di luar tubuh. Sementara untuk proses pemijahannya sangat dipengaruhi oleh faktor fisik dan kimia di perairan terutama suhu. Beberapa jenis kerang dapat melakukan pembuahan sepanjang tahun. Hampir semua jenis kerang mengalami kematangan seksual bergantung pada ukuran tubuh, usia, spesies, dan penyebaran geografis (Helm *et al.*, 2004).

Kerang simping mencapai usia dewasa saat berukuran 70-100 mm (Dhamaraj *et al.*, 2004), memiliki karakteristik cangkang kerang yang tipis dan berukuran sedang serta memiliki ukuran panjang kerang tidak lebih dari 10 cm (Anisa Nurdina, 2016). Kedua katup cangkang kerang simping mempunyai bentuk sedikit melengkung, katup cangkang bagian kanan bawah sedikit melengkung dan lebih besar dibandingkan katup cangkang bagian kiri atas. Katup sebelah kiri bagian luar cangkang kerang simping bewarna merah muda kecoklatan. Tingkat warnanya berbeda-beda dari warna terang hingga gelap menunjukkan pertumbuhan konsentris, serta memiliki garis-garis radial lebih gelap dan bintik-bintik putih kecil di daerah umbonal (Anisa Nurdina, 2016). Bagian dalam katup sebelah kiri cangkang kerang simping bewarna putih kekuningan dan pusatnya bewarna merah muda dengan bercak coklat di bawah katup, sementara bagian dalam dan luar katup sebelah kanan bewarna putih (Anisa Nurdina, 2016).

Volume produksi kerang di Indonesia sendiri terus meningkat, pada dekade terakhir mencapai 94.247,1 ton/tahun dengan nilai Rp 565,48 miliar/tahun (Kementrian Kelautan dan Perikanan, 2015). Hasil kerang Indonesia yang

melimpah harus diimbangi dengan pengolahan dan pemanfaatan sumber daya kerang tersebut. Kerang dapat dimanfaatkan dagingnya untuk diolah menjadi makanan, namun menghasilkan cangkang yang kadang-kadang jarang digunakan dan disia-siakan. Banyaknya jumlah limbah padat yang dihasilkan dari cangkang kerang berpotensi mengakibatkan pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, upaya yang serius dalam pemanfaatan limbah padat cangkang kerang sangat dibutuhkan untuk mengurangi dampak buruk pada manusia dan lingkungan.

Limbah padat seperti cangkang kerang simping sampai saat ini lebih umum digunakan sebagai bahan kriya seperti hiasan interior ruangan dan sebagai bahan campuran pakan hewan ternak (Agustini *et al.*, 2011), oleh karena itu perlu pemanfaatan lain untuk menambah nilai guna cangkang kerang simping. Cangkang kerang simping mengandung kalsium dalam bentuk kalsium karbonat (CaCO_3) sebesar 96,5% (Syalsabilah Ramadani, 2021). Tingginya kadar kalsium cangkang kerang simping tersebut memungkinkan cangkang kerang simping untuk digunakan sebagai sumber bahan katalisator pada proses *carburizing*.

2.2 Kalsium Karbonat (CaCO_3)

Kalsium karbonat (CaCO_3) adalah senyawa yang terkandung dalam jumlah besar di batuan kapur yang merupakan senyawa mineral paling sederhana yang tidak mengandung silikon dan juga sumber pembuatan senyawa kalsium komersial terbesar. (Anisa Nurdina, 2016). Selain banyak ditemukan secara alami pada batuan dan mineral, kalsium karbonat juga merupakan komponen utama cangkang organisme laut seperti kerang, mutiara, dan siput.

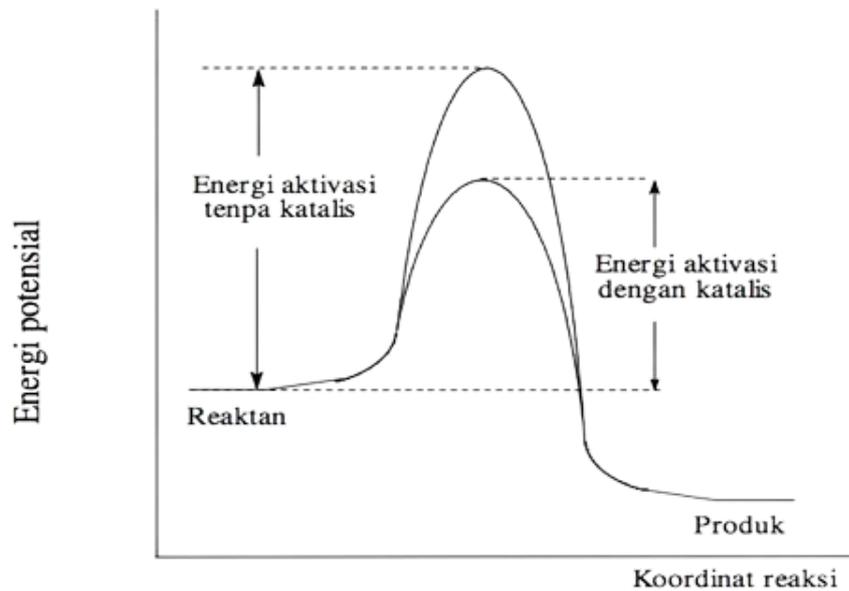
Ada beberapa kegunaan kalsium karbonat (CaCO_3), khususnya di sektor industri. Sejak tahun 1983, meningkatnya penggunaan industri seperti ban, sepatu karet, cat, plastik, pasta gigi, senyawa PVC, kosmetik, kulit imitasi, dan sektor lainnya telah menyebabkan peningkatan kebutuhan kalsium karbonat (CaCO_3). Menurut data impor dari Badan Pusat Statistik, jumlah kalsium karbonat yang digunakan meningkat setiap tahunnya, pada tahun 1988, impor kalsium karbonat (CaCO_3) berjumlah 20.000 ton (Anisa Nurdina, 2016)

Selain itu, kalsium karbonat (CaCO_3) juga dapat difungsikan dalam proses *carburizing*, yaitu dijadikan media untuk mempercepat proses difusi karbon aktif ke permukaan baja ST 42 (I Ketut Suarsana, *et al.*, 2021). Upaya yang berbeda telah dilakukan untuk meningkatkan kualitas proses *carburizing* dengan menambahkan bahan pengaktif (*energizer*), misalnya, natrium karbonat dan kalsium karbonat, dan barium karbonat. *Energizer* tersebut akan mempercepat pengembangan gas CO rendah (Dhimas Satria, *et al.*, 2019).

2.3 Katalis

Katalis adalah bahan yang mempunyai kemampuan untuk mengubah laju reaksi kimia tanpa mengubah jumlah energi yang terlibat dalam reaksi atau menyebabkan bahan tersebut mengubah laju reaksi tanpa muncul dalam produk akhir reaksi. Katalis juga didefinisikan sebagai bahan yang meskipun dalam jumlah kecil, memiliki kemampuan untuk menghasilkan perubahan yang signifikan. (Satterfield, 1980). Katalis merupakan zat yang mampu meningkatkan laju reaksi tanpa dikonsumsi selama reaksi. Konsep dasar ini berasal dari pendekatan kimia untuk katalisis. Dengan kata lain, katalisis adalah proses siklus dimana katalis membentuk kompleks dengan reaktan dan selanjutnya katalis dikeluarkan dari produk akhir dalam bentuk aslinya.

Bahan yang disebut katalis adalah bahan yang mempunyai kemampuan untuk mempercepat reaksi kimia hingga mendekati kesetimbangan tanpa terlibat secara permanen. (Agustine, 1996). Kata kunci dalam definisi ini adalah permanen, karena terdapat banyak bukti bahwa katalis dan reaktan berinteraksi satu sama lain sebelum zat antara (*intermediate*) reaktif, dimana suatu produk terbentuk dari zat antara ini. Interaksi katalitis dengan reaktan dapat terjadi secara homogen (memiliki fasa sama) atau secara heterogen (memiliki fase berbeda).



Gambar 2.2 Diagram Reaksi Tanpa dan Dengan Katalis (Utomo dan Laksono, 2007).

Gambar 2.2 di atas menunjukkan reaktivitas dengan dan tanpa katalis, dan dapat dilihat bahwa katalis mempengaruhi energi aktivasi reaksi kimia untuk meningkatkan laju reaksi. Adanya katalis menurunkan energi aktivasi sehingga memungkinkan reaksi berlangsung cepat (Utomo dan Laksono, 2007).

2.4 Arang Aktif Batok Kelapa

Arang aktif merupakan arang yang bisa dibuat dari bahan yang mengandung karbon. Salah satu bahan yang mengandung karbon adalah batok kelapa. Penyusun utama batok kelapa adalah selulosa, lignin, dan hemiselulosa yang mengandung atom C, O, H, dan N. Karbon aktif dari batok kelapa memiliki beberapa keunggulan dibanding bahan lainnya. Dimana, produk karbon aktif yang dihasilkan dari arang batok kelapa memiliki banyak mikropori, kekerasan tinggi, penanganan mudah, luas permukaan lebih dari 1500 m²/g, dan daya serap air tinggi, abu rendah serta kemurnian tinggi (Prahady Susmanto, *et al.*, 2020). Hal tersebut juga membuat nilai komersial arang aktif batok kelapa cukup tinggi dan berperan penting dalam berbagai bidang ilmu pengetahuan dan teknologi, salah satunya dapat digunakan sebagai media dalam proses *carburizing*.

2.5 Baja St. 42

Baja St. 42 termasuk sebagai baja karbon rendah, dimana baja karbon rendah ini merupakan jenis baja yang sering digunakan sebagai rangka bangunan di berbagai bidang industri. Baja St. 42 dengan kandungan karbon kurang dari 0,25% tergolong dalam kelompok baja karbon rendah atau (*low-carbon steel*), dimana masih mungkin untuk meningkatkan kandungan karbon dalam kelompok baja ini agar meningkatkan kemampuan pengerasannya. Makna dari nama St. 42 berarti "baja" (Stahl), dan angka 42 menunjukkan bahwa baja ini memiliki ketangguhan putus-tarik maksimum 42 kg/mm^2 (Adi Shaifudin, *et al.*, 2018).

Baja yang hanya tersusun dari karbon dan besi tidak disebut sebagai baja karbon. Masih banyak lagi unsur-unsur yang terdapat dalam baja karbon, namun unsur-unsur tersebut terdapat dalam jumlah yang relatif kecil dan tidak berpengaruh pada karakteristiknya. Unsur-unsur tersebut biasanya merupakan komponen bawaan yang berasal dari proses pembuatan besi dan baja, seperti silikon dan mangan, serta beberapa komponen pengotor yang biasanya ditekan hingga tingkat yang sangat rendah, seperti belerang, fosfor, oksigen, nitrogen, dan lain-lain. Baja karbon didefinisikan memiliki kandungan mangan kurang dari 0,8%, silikon kurang dari 0,5%, dan komponen lainnya dalam kadar yang sangat sedikit (Adi Shaifudin, *et al.*, 2018).

Baja St. 42 memiliki keuletan yang tinggi sehingga sering digunakan pada roda gigi, poros, dan lain-lain, tetapi memiliki kekerasan yang rendah. Baja konstruksi jenis St. 42 ini mengandung 0,07-0,10% karbon (C), 0,15-0,25% silikon (Si), 0,03% fosfor (P), 0,035% sulfur (S), dan 0,3-0,6% mangan (Mn) (Adi Shaifudin, *et al.*, 2018). Baja St. 42 termasuk kelompok baja karbon rendah dengan kandungan karbon kurang dari 0,25% sehingga masih mungkin untuk meningkatkan kandungan karbon dalam kelompok baja ini agar meningkatkan kemampuan pengerasannya. Untuk mendapatkan material baja dengan permukaan keras dan bagian inti ulet maka dilakukan proses *carburizing* (Adi Shaifudin, *et al.*, 2018).

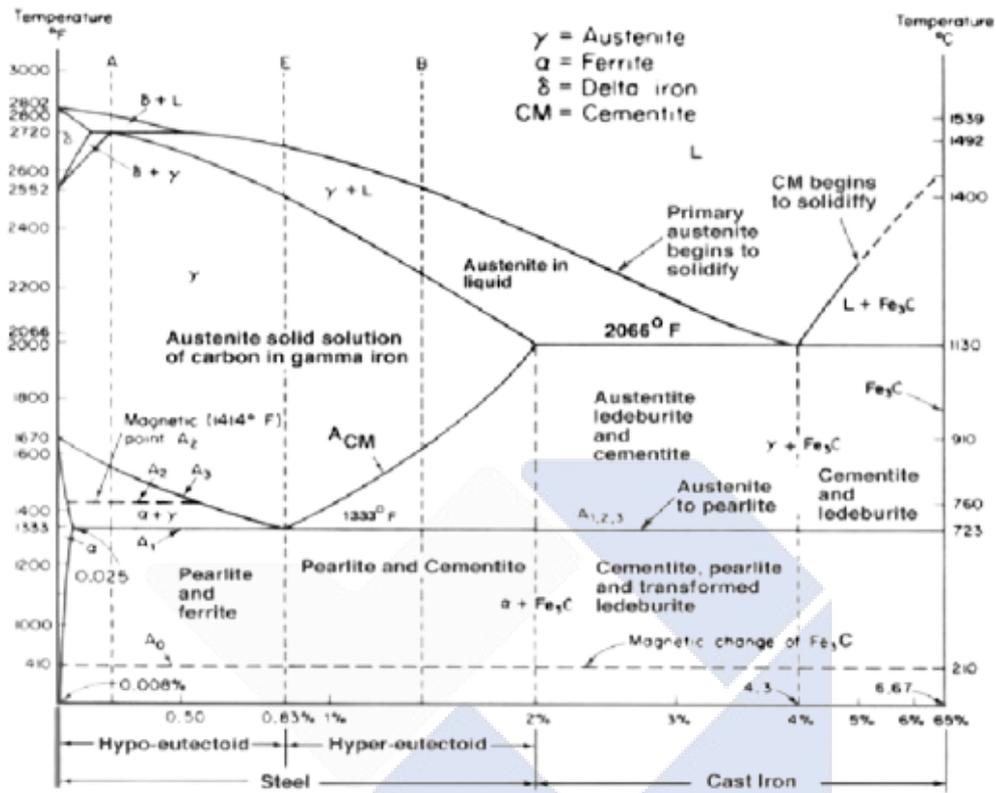
2.6 *Carburizing*

Carburizing adalah proses penambahan karbon (C) yang berasal dari bahan yang mengandung karbon ke dalam logam untuk meningkatkan kekerasannya. Prosedur ini terutama diterapkan pada permukaan material. Logam dapat ditingkatkan kekerasannya dengan mencampurkannya dengan unsur lain, seperti nitrogen, karbon, dan kalsium karbonat. Dalam kotak kedap udara, logam dipanaskan sampai suhu *carburizing* dalam tungku pemanas dengan penambahan katalis seperti barium karbonat (BaCO_3), kalsium karbonat (CaCO_3), atau natrium karbonat (NaCO_3) untuk mempercepat proses difusi karbon (Sujita, 2016). Dalam proses pengarbonan padat (*pack carburizing*) memanfaatkan sumber karbon berbentuk padat berupa serbuk arang yang berasal dari kayu, batok kelapa, bambu, dan lain-lain. Media karbon akan dipanaskan hingga suhu austenisasi 850 hingga 950°C untuk mengoksidasinya dan menghasilkan gas karbon dioksida (CO_2) dan karbon monoksida (CO). Ketika gas karbon monoksida (CO) bergabung dengan permukaan baja dan menembus baja atom karbon (C) tercipta.

Selanjutnya, sebagian dari gas karbon dioksida (CO_2) ini akan menguap dan sebagian lagi akan bereaksi dengan media karbon membentuk gas karbon monoksida (CO). Reaksi karbonasi dapat dibantu oleh kotak yang mempunyai cukup oksigen di dalamnya. Dalam wadah tertutup, oksigen memenuhi ruangan. Rongga ini terdapat di antara butiran media karbon padat yang digunakan dalam proses *pack carburizing* (Kuswanto, 2010). Efektivitas proses *pack carburizing* juga akan menurun dengan ukuran serbuk yang besar, terutama jika bagian yang akan dikarburasi mempunyai bentuk yang rumit. Sebaliknya, ukuran bubuk yang lebih kecil menghasilkan rongga yang lebih kecil dan oksigen di dalam kotak lebih sedikit. Namun rongga ini diperlukan untuk memastikan bahwa gas hasil proses di dalam kotak dapat bergerak. Oleh karena itu, penentuan ukuran butir efektif serbuk diperlukan agar proses *pack carburizing* dapat seefektif mungkin (Mujiyono *et al.*, 2008).

Diagram yang menunjukkan hubungan antara suhu terjadinya transisi fasa selama pendinginan dan pemanasan lambat dengan kandungan karbon.

Berdasarkan diagram ini, seluruh aktivitas perlakuan panas dapat dipahami (Murtiono, 2012).



Gambar 2.3 Diagram Fasa Fe-C (Adi Shaifudin, *et al.*, 2018)

Setelah proses difusi, prosedur pendinginan cepat yang dikenal sebagai quenching digunakan untuk menciptakan permukaan yang lebih keras dan bagian tengahnya lebih keras. Tujuan dari pendinginan cepat proses karburasi adalah untuk menciptakan permukaan yang lebih keras pada baja karburasi dengan mengubah struktur mikro permukaannya. Martensit merupakan struktur mikro yang paling kuat dan paling keras diantara lainnya, namun juga paling rapuh.

2.7 Quenching

Suatu logam dapat dipadamkan dengan mendinginkannya secara cepat (*quenching*) dengan merendamnya dalam zat pendingin. Sampel yang dipanaskan dapat didinginkan secara tiba-tiba untuk mencapai kekerasan maksimum, yang

akan mengubah struktur mikro. Temperatur medium, kalor jenis, kalor penguapan, konduktivitas termal medium, viskositas, dan agitasi (aliran media pendingin) merupakan variabel utama yang mempengaruhi laju *quenching*. Pendinginan dengan air mempunyai kecepatan pendinginan lebih tinggi dibandingkan pendinginan dengan minyak, sedangkan pendinginan dengan udara mempunyai kecepatan pendinginan paling rendah (Marzuki Abdullah, 2019).

2.8 Uji Kekerasan Rockwell

Tujuan pengujian kekerasan rockwell adalah untuk memastikan kekerasan suatu material dengan mengukur ketahanannya terhadap benda uji yang berbentuk bola baja yang ditekan atau kerucut intan. Uji kekerasan Brinell dan Rockwell hampir sama, secara khusus, angka kekerasan yang ditentukan merupakan komponen tingkat spasial. Tergantung pada kondisi pengujian, tumpukan dan indenter berbeda digunakan. Tes Brinell, sebaliknya, menghasilkan lekukan yang lebih kecil dan halus dengan menggunakan indenter dan beban yang lebih kecil (Davis *et al.*, 1955).

Rockwell adalah metode yang biasanya paling sering digunakan karena mudah digunakan dan tidak memerlukan keahlian khusus. Untuk bahan logam dan bahan campuran digunakan campuran variasi beban dan indenter, mulai dari bahan lunak hingga bahan keras. Indenter terdiri dari dua yaitu bola baja keras dengan ukuran 1/16, 1/8, 1/4, 1/2 inch (1.588; 3.175; 6.350; 12.70 mm) dan intan kerucut yang menentukan angka kekerasan (*hardness number*) berdasarkan perbedaan kedalaman penetrasi indenter, dengan memberikan beban kecil yang diikuti dengan beban mayor yang lebih besar. Uji kekerasan rockwell dibagi menjadi empat kategori berdasarkan besar kecilnya beban minor dan mayor: a) rockwell dengan beban minor 10 kg; b) rockwell dengan beban mayor 60 kg, 100 kg, 150 kg; c) rockwell dengan superfisial beban minor sebesar 3 kg; dan d) rockwell dengan superfisial beban mayor 15 kg, 30 kg, 45 kg.

Dalam pengujian rockwell, skala umum yang sering digunakan adalah HRA untuk material sangat keras, HRB untuk material lunak, dan HRC untuk material dengan kekerasan sedang. Indenter HRB berbentuk bola baja dengan diameter 1/16

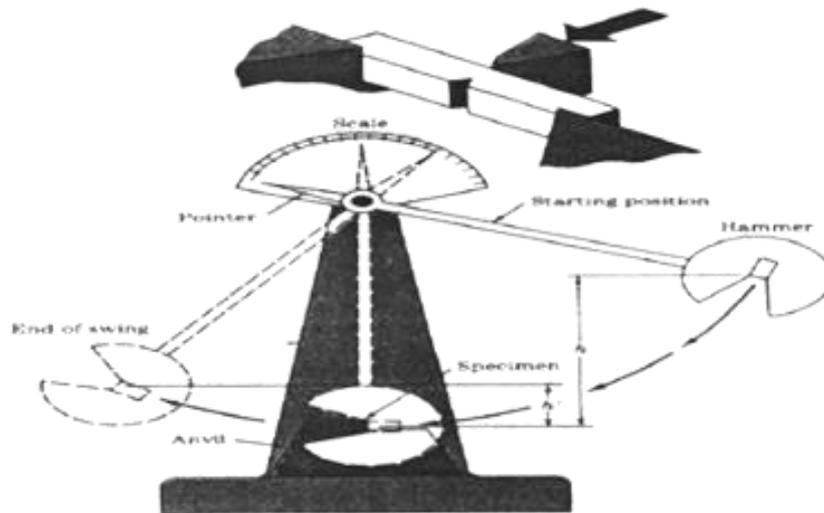
inch dan beban uji 100 Kgf. Indentor HRC berbentuk kerucut intan dengan sudut puncak 120 derajat dan beban uji 150 Kgf.

2.9 Uji Impak Charpy

Uji laju regangan tinggi yang umum dikenal sebagai pengujian impak charpy atau *charpy v-notch* mengukur jumlah energi yang diserap oleh material selama patahan, dimana energi yang diserap bekerja dan mengukur ketangguhan material tertentu serta sebagai alat untuk belajar bergantung pada suhu transisi ulet-getas (Ongki Rio Irfany, 2021). Karena metode ini mudah dibuat dan diterapkan, metode ini sering digunakan dalam industri yang kritis terhadap keselamatan. Selain itu, hasil tes bisa didapatkan dengan cepat dan biaya murah.

Uji impak charpy dikembangkan pada tahun 1905 oleh peneliti Perancis yaitu Georges Charpy, dimana untuk memahami persoalan keretakan kapal pada masa Perang Dunia II memerlukan pengujian ini (Ongki Rio Irfany, 2021). Pada masa sekarang, metode pengujian material ini digunakan di banyak industri yang berbeda untuk menguji material yang digunakan untuk membangun kapal, jembatan dan untuk mengetahui bagaimana kondisi alam (seperti angin topan, gempa bumi, dan lain sebagainya) memengaruhi material yang digunakan di berbagai aplikasi industri.

Dengan menerapkan beban statis yang tidak terduga pada benda yang akan diuji secara statik, pengujian impak charpy ini bertujuan untuk memastikan fleksibilitas atau kelemahan material (spesimen). Benda uji dibuat terlebih dahulu dibuat takikan sesuai dengan standar ASTM E23. Dari hasil pengujian pada benda uji tersebut akan berubah bentuk. Berdasarkan keuletan dan/atau kegetasan benda uji, bentuk benda uji dapat bermacam-macam, misalnya bengkok atau patah (Ongki Rio Irfany, 2021).



Gambar 2.4 Ilustrasi Skematis Pengujian Impak dengan Benda Uji Charpy
(Ongki Rio Irfany, 2021)

Besarnya energi impak (*joule*) dapat dilihat pada skala mesin uji. Sedangkan, besarnya energi impak dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Ongki Rio Irfany, 2021) :

$$E = E_p - E \dots\dots\dots (2.1)$$

$$E = m.g. (h_1 - h_2) \dots\dots\dots (2.2)$$

$$E = m.g. \lambda. (\cos \beta - \cos \alpha) \dots\dots\dots (2.3)$$

Keterangan :

E_p = Energi Potensial

E_m = Energi Mekanik

m = Berat Pendulum (Kg)

g = Gravitasi 9,81 m/s²

h_1 = Jarak awal antara pendulum dengan benda uji (m)

h_2 = Jarak akhir antara pendulum dengan benda uji (m)

λ = Jarak lengan pengayun (m)

$\cos \alpha$ = Sudut posisi awal pendulum

$\cos \beta$ = Sudut posisi akhir pendulum

Energi impak harus dibagi dengan luas penampang efektif spesimen (A) untuk mengetahui *impact strength* (IS), sehingga:

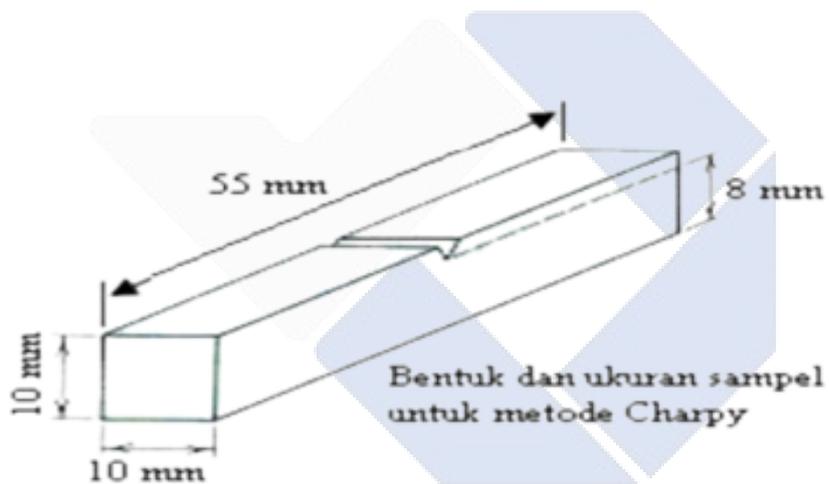
$$IS = \frac{E}{A} \dots\dots\dots (2.4)$$

dimana:

E = energi yang diserap (joule)

A = luas area penampang dibawah takik (mm²)

Spesimen uji impak charpy digunakan sesuai dengan standar ASTM E23. Dimana, benda uji berukuran 10 x 10 x 55 mm (tinggi x lebar x panjang). Sementara, posisi takik berada di tengah dengan kedalaman 2 mm dari permukaan benda uji dan sudut takik 45° (Ongki Rio Irfany, 2021).



Gambar 2.5 Spesimen Uji ASTM E23 (Ongki Rio Irfany, 2021)

2.10 Metode Eksperimen Faktorial

Full factorial Design melibatkan perkalian tingkat satu komponen dengan tingkat faktor lain untuk menggabungkan semua faktor. Keuntungan metode ini adalah metode ini hanya merangkum beberapa komponen tunggal, yang memungkinkannya menghemat sumber daya seperti waktu, uang, energi, peralatan, dan material sambil tetap mengidentifikasi keterkaitan antar faktor. Pendekatan ini selain mempunyai kelebihan juga mempunyai kelemahan, seperti peningkatan jumlah spesimen, kombinasi perlakuan, dan faktor yang diperiksa.

Desain faktorial 3^k merupakan salah satu jenis *Full factorial Design* dan merupakan metode yang digunakan dalam penelitian ini. Dua faktor membentuk desain faktorial 3^k yaitu: k adalah pangkat, dan 3 level adalah bilangan utama. Misalnya, desain eksperimen 3^2 dapat digunakan untuk mewakili desain eksperimen dengan dua faktor A dan B, masing-masing memiliki tiga tingkat.

Tahap berikutnya yaitu membuat hipotesis atau analisis ANOVA setelah rancangan eksperimen faktorial diperoleh. Hipotesis null (H_0) diputuskan berdasarkan nilai F_{tabel} , yaitu H_0 ditolak jika p-value lebih kecil dari α (0,05) atau statistik F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} . Data berpengaruh apabila nilai F_{hitung} lebih besar dari F_{tabel} .

- Hipotesis

H_0 : Tidak Berpengaruh

H_1 : Berpengaruh

Untuk menentukan H_0 yang diterima atau ditolak maka ketentuan yang harus diikuti adalah sebagai berikut:

1. jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka H_0 ditolak;
2. jika $F_{hitung} < F_{tabel}$ maka H_0 diterima;
3. jika signifikan atau probabilitas $> 0,05$, maka H_0 diterima;
4. jika signifikan atau probabilitas $< 0,05$, maka H_0 ditolak.

Secara umum, dalam analisis ANOVA yang dihitung sebagai berikut (Fitriani, *et al.*, 2017):

1. Jumlah Kuadrat Total

$$SST = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b y_{ijk}^2 - \frac{y^2}{abn} \dots\dots\dots (2.5)$$

2. Jumlah Kuadrat Mean

Adj MS : DF (2.6)

3. Jumlah Kuadrat Faktor

$$SS_{Waktu\ Penahanan} = \frac{1}{bn} \sum_{i=1}^a y_{i.}^2 - \frac{y^2}{abn} \dots\dots\dots (2.7)$$

$$SS_{Persentase\ kerang} = \frac{1}{an} \sum_{j=1}^b y_{.j}^2 - \frac{y^2}{abn} \dots\dots\dots (2.8)$$

$$SS_{AxB} = \frac{1}{n} \sum_{a=1}^a \sum_{b=1}^b y_{ab.}^2 - \frac{y^2}{abn} - SS_{LP} - SS_{FV} \dots\dots\dots (2.9)$$

4. Jumlah Kuadrat Error

$$jke = jkt - jkm - jkf = \dots\dots\dots (2.10)$$

5. F hitung

$$Adj MS : Error (Adj MS) \dots\dots\dots (2.11)$$

6 DF

$$Jumlah level - 1 \dots\dots\dots (2.12)$$

2.11 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu terkait dengan pemanfaatan limbah cangkang kerang simping (*Amusium pleuronectes*), Tri, et al., (2011) membuat *cookies* tinggi kalsium dibuat dengan memanfaatkan limbah cangkang dari cangkang kerang (*Amusium pleuronectes*). Komponen penting tepung kalsium yang berasal dari cangkang kerang simping (*Amusium pleuronectes*) digunakan untuk membuat makanan tinggi kalsium. Kalsium merupakan salah satu mineral yang dibutuhkan tubuh manusia. Deproteinase adalah enzim yang mengekstraksi kalsium dari cangkang kerang simping dengan cara menghidrolisis protein yang ada di cangkangnya. Ekstraksi kalsium dari cangkang kerang simping dilakukan melalui proses hidrolisis protein menggunakan larutan klorida (HCl). Pekerjaan yang ditawarkan adalah memvariasikan konsentrasi cangkang simping sebesar 0%, 5% dan 7,5% pada adonan *cookies*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi cangkang simping memberikan pengaruh nyata ($\alpha=0,01$) terhadap kadar protein, kalsium, fosfor, udara dan abu. *Cookies* mempunyai kandungan kalsium tertinggi dengan kandungan fosfor (6,57%), abu (6,95%), karbohidrat (52,31%) dan nilai kekerasan *cookies* (1,06 KgF) pada penambahan bubuk cangkang dengan konsentrasi 7,5%.

Ida Harjuno, et al., (2013), melakukan penelitian tentang karakteristik bubuk kalsium dari cangkang kerang simping (*Amusium pleuronectes*) dengan berbagai variasi waktu pemanasan. Penelitian ini dilakukan untuk membuktikan dampak kontras dalam perbedaan lamanya waktu pemanasan autoklaf terhadap karakteristik fisik dan kimia bubuk cangkang kerang simping. Hasilnya menunjukkan bahwa peningkatan waktu pemanasan autoklaf berpengaruh

signifikan terhadap kelarutan dan rendemen ($p < 0,05$) dan berpengaruh sangat signifikan terhadap derajat putih dan densitas kamba ($p < 0,01$). Namun, perlakuan tersebut tidak menunjukkan efek nyata ($p > 0,05$) terhadap kemampuan serap air dan parameter kimia. Lama perlakuan 90 menit waktu pemanasan autoklaf menghasilkan bubuk cangkang kerang dengan kelarutan tertinggi (0,0035g/ml) dengan kandungan kalsium (35,375%), abu (83,94%), derajat putih (84,55%), kemampuan serap air (149,005%) dan densitas kamba (1,28g / ml).

Ahmad Mufidun (2016) memanfaatkan limbah cangkang kerang simping untuk membuat papan komposit. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi ukuran dan komposisi bahan pengisi serbuk cangkang simping yang menghasilkan sifat mekanik dan fisik yang baik. Papan komposit dibuat dengan cara mencetak sesuai dengan bentuk sampel uji setelah menggabungkan resin poliester dan bubuk cangkang. Nilai densitas material antara 1,359 hingga 1,756 g/cm², laju penyerapan udara antara 0,50 hingga 5,97%, pengembangan ketebalan terjadi antara 0,20 hingga 7,50%, kekuatan tarik antara 0,1705 hingga 1,462 MPa, Modulus Young antara 35,3 dan 105,5 MPa, dan kuat lentur antara 39,4. Ukuran gelembung mengecil seiring bertambahnya kandungan bahan pengisi dan ukurannya semakin halus. Untuk ukuran *filler* yang bervariasi, peningkatan nilai kuat lenturnya mencapai 44%. Campuran pengisi yang lebih kaya mengurangi komposisi matriks resin poliester hingga 40% berat terhadap berat bila dibandingkan dengan bubuk kalsit alami. Hasil yang diperoleh memenuhi kriteria partikel SNI.

Matilda Theresia Renwarin, *et al.*, (2020), menggunakan katalis CaO dari limbah cangkang simping melakukan studi perencanaan fasilitas biodiesel berkapasitas 23.620 kiloliter/tahun dengan memanfaatkan limbah penyamakan kulit. Katalis CaO berbahan limbah cangkang kerang simping pada awalnya dimaksudkan untuk digunakan oleh pabrik biodiesel *leather tanning waste* (LTW). Keputusan ini diambil sebagai respons terhadap meningkatnya permintaan bahan bakar biodiesel sesuai dengan Program Mandatori Biodiesel dan *sustainable development goals program* (SDG). Dengan memanfaatkan cangkang kerang simping (CKS) sebagai katalis produksi biodiesel dari limbah penyamakan kulit

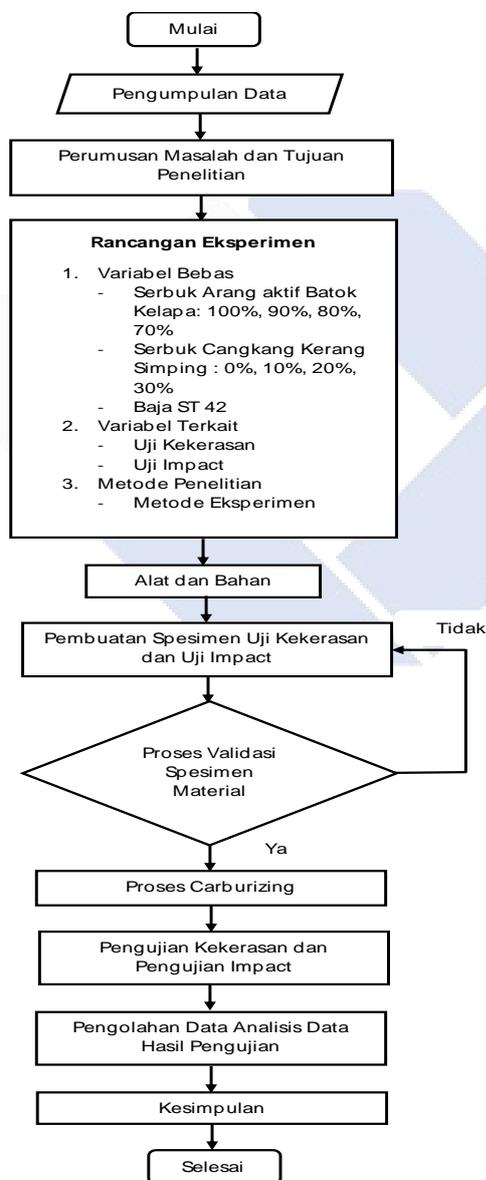
sebagai bahan baku limbah lemak dan budidaya perikanan, *sustainable development goals program* SDG mendukung gerakan energi bersih dan industri tanpa limbah.



BAB III METODE PELAKSANAAN

3.1 Diagram Alir Metode Pelaksanaan

Tahapan penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada gambar diagram alir di bawah ini.



Gambar 3.1 Diagram Alir Pelaksanaan

3.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan beberapa cara, mulai dari membaca buku, jurnal, skripsi, dan berkonsultasi dengan dosen pembimbing serta berdiskusi dengan teman.

3.3 Perumusan Masalah dan Tujuan Penelitian

Langkah berikutnya setelah proses pengumpulan data yaitu menetapkan rumusan masalah dan tujuan penelitian. Masalah yaitu bagaimana pengaruh cangkang kerang simping sebagai katalisator pada proses *carburizing* terhadap baja St. 42 dengan membandingkan nilai kekerasan dan kekuatan impak hasil proses *carburizing* dengan dan tanpa katalisator serbuk cangkang kerang simping. Tujuan adalah mengetahui pengaruh variasi persentase katalisator serbuk cangkang kerang simping dan waktu proses *carburizing* terhadap nilai kekerasan dan kekuatan impak baja St. 42, mengetahui kelayakan cangkang kerang simping sebagai katalisator pada proses *carburizing* terhadap baja St. 42 dengan membandingkan nilai kekerasan dan kekuatan impak hasil proses *carburizing* dengan dan tanpa katalisator serbuk cangkang kerang simping, diharapkan dengan berfungsinya serbuk cangkang kerang simping sebagai katalisator pada proses *carburizing* maka penelitian ini bermanfaat bagi kemajuan dunia industri baja dan kebersihan lingkungan alam.

3.4 Rancangan Eksperimen

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan membandingkan persentase serbuk cangkang kerang simping 0%, serbuk arang aktif batok kelapa 100% dengan variasi persentase serbuk cangkang kerang simping: 10%, 20%, 30% dan serbuk arang aktif batok kelapa: 90%, 80%, 70% dengan variasi waktu *carburizing*: 3 jam, 6 jam, dan 9 jam menggunakan suhu 900°C. Variasi yang diuji adalah untuk mendapatkan data hasil dari pengujian kekerasan dan pengujian impak. Di mana dilakukan 3 (tiga) kali pengulangan dari setiap masing-masing variasi, sehingga mendapatkan hasil total untuk pengujian kekerasan dan pengujian impak sebanyak 36 spesimen.

Tabel 3.1 Data Hasil Uji Kekerasan

No	Waktu <i>Carburizing</i> (jam)	Serbuk Cangkang Kerang Simping (%)	Uji Kekerasan (HRC)			Rata- rata (HRC)
			Spesimen			
			1	2	3	
1	3	0	...	...	...	...
2	3	10	...	...	...	...
3	3	20	...	...	...	...
4	3	30	...	...	...	...
5	6	0	...	...	...	...
6	6	10	...	...	...	...
7	6	20	...	...	...	...
8	6	30	...	...	...	...
9	9	0	...	...	...	...
10	9	10	...	...	...	...
11	9	20	...	...	...	...
12	9	30	...	...	...	...

Tabel 3.2 Data Hasil Uji Impak

No	Waktu <i>Carburizing</i> (jam)	Serbuk Cangkang Kerang Simping (%)	Uji Impak (Joule/mm ²)			Rata-rata Joule/mm ²
			Spesimen			
			1	2	3	
1	3	0	...	...	...	...
2	3	10	...	...	...	...
3	3	20	...	...	...	...
4	3	30	...	...	...	...
5	6	0	...	...	...	...
6	6	10	...	...	...	...
7	6	20	...	...	...	...
8	6	30	...	...	...	...
9	9	0	...	...	...	...
10	9	10	...	...	...	...
11	9	20	...	...	...	...
12	9	30	...	...	...	...

3.5 Alat dan Bahan

3.5.1 Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan selama melakukan proses penelitian adalah sebagai berikut.

1. Oven Pemanggang

Oven pemanggang digunakan untuk memanaskan material baja St. 42 dengan suhu 900°C.



Gambar 3.2 Oven Pemanas Nabertherm

2. Alat Uji Kekerasan

Alat uji kekerasan digunakan untuk mengukur nilai kekerasan atau kekuatan suatu material.



Gambar 3.3 Alat uji kekerasan Zwick/Roel

3. Alat Uji Impak

Alat uji impak digunakan untuk mengetahui ketangguhan material akibat hentakan kejut.



Gambar 3.4 Alat Uji Impak

4. Timbangan

Timbangan digunakan untuk mengetahui persentase dari serbuk cangkang kerang simping dan serbuk arang aktif batok kelapa.



Gambar 3.5 Timbangan

5. Kotak *Carburizing*

Kotak *carburizing* digunakan sebagai tempat untuk meletakkan material baja St. 42 saat di dalam oven (proses pemanasan).



Gambar 3.6 Kotak *Carburizing*

3.5.2 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan selama melakukan proses penelitian adalah sebagai berikut.

1. Serbuk Cangkang Kerang Sipping

Bahan utama pada penelitian ini menggunakan cangkang kerang sipping. Untuk melakukan proses penelitian maka cangkang kerang sipping harus dikeringkan. Setelah itu, cangkang kerang sipping dibuat serbuk, banyak cara untuk membuat cangkang kerang sipping menjadi serbuk, salah satu cara yaitu dengan cara ditumbuk.



Gambar 3.7 Serbuk Cangkang Kerang Sipping

2. Serbuk Arang Aktif Batok Kelapa

Pada penelitian ini serbuk arang aktif batok kelapa digunakan sebagai media *carburizing*.



Gambar 3.8 Serbuk Arang Aktif Batok Kelapa

3. Baja St. 42

Baja St. 42 digunakan sebagai bahan material/benda kerja. Ukuran material baja yang digunakan sesuai standar ASTM E23 metode charpy yaitu 55 mm × 10 mm × 10 mm (panjang × lebar × tinggi).



Gambar 3.9 Baja St. 42

3.6 Pembuatan Spesimen Pengujian

Pembuatan spesimen uji kekerasan dan uji impak. Material baja St. 42 dipotong menggunakan gerinda tangan, setelah itu di *facing* menggunakan mesin *frais milling*.

3.7 Validasi Spesimen Material

Validasi spesimen material adalah metode pengukuran mesin sebelumnya yang digunakan untuk menentukan apakah suatu spesimen bahan memenuhi persyaratan ukuran standar ASTM E23 atau tidak. Prosedur ini diulangi untuk membuat bahan spesimen jika tidak sesuai dengan ukuran standar hingga ukuran yang diinginkan tercapai.

3.8 Pengujian Spesimen Material

Setelah dilakukan proses validasi, selanjutnya dilakukan proses *carburizing* terhadap benda kerja. Setelah itu, dilakukan pengujian spesimen material sebagai berikut.

3.8.1 Pengujian Kekerasan Rockwell

Pada penelitian ini dilakukan pengujian rockwell yaitu pengujian yang dilakukan setelah melakukan proses pemanasan/pemangangan material baja St. 42. Tujuan pengujian ini untuk mengetahui nilai kekerasan baja St. 42 setelah dilakukan pemanasan/pemangangan. Adapun proses yang dilakukan dalam pengujian kekerasan sebagai berikut:

1. siapkan alat uji kekerasan rockwell tipe kerucut intan (HRC);
2. meletakkan material yang akan diuji kekerasannya di tempat yang tersedia;
3. mengatur beban yang digunakan pada pengujian yaitu sebesar 150 kgf (HRC);
4. lakukan proses pengujian; dan
5. untuk mengetahui nilai kekerasannya, dapat melihat pada layar yang terpasang pada alat ukur berupa layar LED.

3.8.2 Pengujian Impak Charpy

Pengujian impak charpy adalah untuk mengetahui kegetasan atau keuletan suatu bahan (spesimen) yang akan diuji dengan cara pembebanan secara tiba-tiba terhadap benda yang akan diuji secara statik. Tujuan pengujian impak yaitu untuk mendapatkan nilai kegetasan atau keuletan. Berikut Langkah-langkah melakukan pengujian impak:

1. saat palu godam menggantung bebas, pastikan jarum berada pada posisi nol;
2. tempatkan bahan spesimen pada penyangga;
3. angkat palu godam secara perlahan hingga indikator sudut menunjukkan sudut awal, dalam hal ini palu godam mengunci secara otomatis;
4. kemudian tekan tombol atau tuas pembebas kunci hingga menyebabkan palu godam berayun ke bawah dan mematahkan benda uji;
5. setelah benda uji patah, lakukan pengamatan dan catat hasilnya; dan
6. spesimen uji impact sesuai standar ASTM E23, mempunyai dimensi sebagai berikut: panjang 55 mm, lebar 10 mm, tinggi 10 mm, dan berisi V-45° yang memiliki jari-jari dasar 0,25 mm dan kedalaman 0,25 mm. 2mm.

3.9 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi persentase serbuk cangkang kerang simping: 10%, 20%, 30% dan serbuk arang aktif batok kelapa: 90%, 80%, 70% dengan variasi waktu *carburizing*: 3 jam, 6 jam, dan 9 jam menggunakan suhu 900°C terhadap nilai kekerasan dan kekuatan impact baja St. 42.

Tabel 3.3 Rancangan Eksperimen Uji Kekerasan (HRC)

No	Waktu <i>Carburizin</i> g (jam)	Serbuk Cangkang Kerang Simpung (%)	Uji Kekerasan (HRC)			Rata- rata HRC
			Spesimen			
			1	2	3	
1	3	10	...	...	...	...
2	3	20	...	...	...	...
3	3	30	...	...	...	...
4	6	10	...	...	...	...
5	6	20	...	...	...	...
6	6	30	...	...	...	...
7	9	10	...	...	...	...
8	9	20	...	...	...	...
9	9	30	...	...	...	...

Tabel 3.4 Rancangan Ekseperimen Pengujian Impak (Joule/mm²)

No	Waktu <i>Carburizing</i> (jam)	Serbuk Cangkang Kerang Sipping (%)	Uji Impak (Joule/mm ²)			Rata-rata Joule/mm ²
			Spesimen			
			1	2	3	
1	3	10	...	...	...	...
2	3	20	...	...	...	...
3	3	30	...	...	...	...
4	6	10	...	...	...	...
5	6	20	...	...	...	...
6	6	30	...	...	...	...
7	9	10	...	...	...	...
8	9	20	...	...	...	...
9	9	30	...	...	...	...

3.10 Analisis Data

Dengan menggunakan metode desain eksperimen faktorial, analisis data dilakukan. Waktu *carburizing* dan persentase serbuk cangkang sipping merupakan parameter yang diuji serta memiliki tiga level dalam penelitian ini. Dengan mengalikan level antar parameter sebanyak tiga kali, diperoleh sembilan kombinasi parameter dan total dua puluh tujuh data. Perangkat lunak Minitab menyediakan desain faktorial untuk penelitian ini, yang ditampilkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 3.5 Level dan Parameter

Faktor	Level		
Waktu <i>carburizing</i> (jam)	3	6	9
Persentase serbuk cangkang kerang sipping (%)	10	20	30

Tabel 3.6 Desain *Full Factorial*

Eksperimen	Waktu <i>Carburizing</i> (jam)	Persentase serbuk cangkang kerang simping (%)
1	3	10
2	3	20
3	3	30
4	6	10
5	6	20
6	6	30
7	9	10
8	9	20
9	9	30

Tabel 3.7 Uji ANOVA

Eksperimen	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Waktu <i>Carburizing</i>					
Persentase serbuk cangkang kerang simping					
Error					
Total					

Selanjutnya, dilakukan perumusan hipotesis setelah mendapatkan rancangan eksperimen faktorial. Faktor-faktor yang mempengaruhi uji kekuatan impak dan kekerasan menjadi hipotesis dalam penelitian ini. Faktor-faktor ini dapat berfungsi sendiri atau dikombinasikan dengan faktor-faktor lain. Hipotesis null (H_0) adalah nama yang diberikan untuk hipotesis umum ini.

Adapun hipotesis null dari eksperimen dalam penelitian ini adalah:

1. H_0 : perbedaan waktu *carburizing* tidak berpengaruh terhadap uji kekerasan.
 H_1 : perbedaan waktu *carburizing* berpengaruh terhadap uji kekerasan.
2. H_0 : perbedaan persentase serbuk cangkang kerang simping tidak berpengaruh terhadap uji impak.

H_1 : perbedaan persentase serbuk cangkang kerang simping berpengaruh terhadap kekuatan impact.

3.11 Kesimpulan

Kesimpulan merupakan pencapaian akhir dan jawaban dari rumusan masalah dan tujuan dalam penelitian ini. Kesimpulan pada penelitian ini didapatkan dari analisis uji kekerasan dan uji impact spesimen baja St. 42. Setelah itu, dari hasil analisis data pengujian dapat diketahui pengaruh dari media *carburizing* dengan membandingkan persentase serbuk cangkang kerang simping 0%, dengan variasi persentase serbuk cangkang kerang simping: 10%, 20%, dan 30% pada suhu 900°C, dengan variasi waktu *carburizing*: 3 jam, 6 jam, dan 9 jam.



BAB IV

PEMBAHASAN

Pada penelitian ini menggunakan serbuk cangkang kerang simping dan serbuk arang aktif batok kelapa. Penelitian dilakukan untuk mengetahui berpengaruh atau tidak serbuk cangkang kerang simping sebagai katalisator pada proses *carburizing* terhadap uji kekerasan dan uji impak. Pengujian kekerasan menggunakan alat uji *Zwick Roel Model ZHR* dan pengujian impak menggunakan alat uji di laboratorium material Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Data yang diperoleh akan dianalisis untuk memberikan kesimpulan tentang banyak faktor yang didapatkan dari nilai kekerasan dan uji impak.

4.1 Uji Kekerasan

4.1.1. Proses Pembuatan Sampel

Pada proses penelitian menggunakan serbuk cangkang kerang simping dan serbuk arang aktif batok kelapa, dengan variasi serbuk cangkang kerang simping: 0%, 10%, 20%, 30% dan serbuk arang aktif batok kelapa : 100%, 90%, 80%, 70% dengan waktu *carburizing*: 3 jam, 6 jam, 9 jam. Ada beberapa proses yang perlu diselesaikan selama proses pengambilan data. Prosesnya dilakukan diawali penelitian literatur yang dilanjutkan dengan pembuatan benda uji yang dengan standar ASTM E23 dengan dimensi 55 mm, 10 mm, dan 10 mm. Satu variasi waktu terdapat 12 spesimen dan pengulangan sebanyak tiga kali sehingga total berjumlah tiga puluh enam spesimen.

4.1.2. Proses Pengambilan Data

Sebelum penulis melakukan eksperimen, penulis terlebih dahulu melakukan proses *carburizing* tanpa serbuk cangkang kerang simping (0%). Setelah mendapatkan hasil nilai kekerasan, selanjutnya penulis bandingkan dengan yang menggunakan variasi serbuk cangkang kerang simping: 10%, 20%, 30% dan serbuk arang aktif batok kelapa: 90%, 80%, 70% dengan waktu 3 jam, 6 jam, dan 9 jam.

Pengujian dilaksanakan guna mendapatkan variasi mana yang paling baik. Kegiatan pengujian kekerasan diperlihatkan di gambar 4.1 di bawah ini.



Gambar 4.1 Proses Pengujian Kekerasan

4.1.3. Data Pengujian

Uji kekerasan dilaksanakan memakai peralatan pengujian *Zwick Roell HRZ*. Dimana nilai kekerasan didapatkan secara otomatis setelah penekanan batu intan tertekan. Hasil perbandingan nilai kekerasan setelah diuji ditunjukkan pada tabel 4.1 dan 4.2 di bawah ini.

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Kekerasan 0%

No	Waktu <i>Carburizing</i> (jam)	Serbuk Cangkang Kerang Samping (%)	Uji Kekerasan (HRC) Spesimen			Rata- rata HRC
			1	2	3	
1	3	0	14,5	14,43	16,5	15,14
2	6	0	17,8	17,5	17,13	17,47
3	9	0	18,53	18,36	19,57	18,82

Tabel 4.2 Data Hasil Pengujian Kekerasan 10%, 20%, dan 30%.

No	Waktu <i>Carburizing</i> (jam)	Serbuk Cangkang Kerang Samping (%)	Uji Kekerasan (HRC)			Rata-rata HRC
			Spesimen			
			1	2	3	
1	3	10	24,93	25,3	25,23	25,15
2	3	20	28,8	29,13	32,23	30,5
3	3	30	34,93	37,8	29,33	34,02
4	6	10	28,7	28,33	29,23	28,75
5	6	20	33,9	34,73	34,6	34,41
6	6	30	38,56	39,26	38,93	38,92
7	9	10	35,03	35,2	35,2	35,14
8	9	20	37,2	37,4	37,57	37,38
9	9	30	43,7	43,6	47,77	43,68

Tabel 4.3 Data Rata-Rata Hasil Pengujian Kekerasan

Waktu (jam)	Rata-rata nilai kekerasan (HRC)			
	Persentase serbuk cangkang kerang samping			
	0%	10%	20%	30%
3	15,14	25,15	30,05	34,02
6	17,47	28,75	34,41	38,92
9	18,82	35,14	37,38	43,68

Berdasarkan hasil nilai kekerasan pada tabel 4.2, terdapat perbedaan nilai kekerasan, Perbedaan ini dipengaruhi oleh benda uji yang menggunakan waktu *carburizing* dan persentase serbuk cangkang kerang samping yang berbeda. Perbedaan ini menyebabkan nilai kekerasan paling tinggi dan paling rendah. Nilai kekerasan paling tinggi terdapat di waktu *carburizing* 3 jam dengan persentase serbuk cangkang kerang samping 30% dengan rata-rata nilai kekerasan sebesar 34,02 HRC. Waktu *carburizing* 6 jam dengan persentase serbuk cangkang kerang samping 30% dengan rata-rata nilai kekerasan sebesar 38,92 HRC. Waktu *carburizing* 9 jam dengan persentase serbuk cangkang kerang samping 30% dengan rata-rata nilai kekerasan sebesar 43,68 HRC. Jika dilihat dari tabel 4.1 nilai

kekerasan yang tanpa serbuk cangkang kerang simping (0%) didapatkan nilai kekerasan 15,14 HRC dengan waktu *carburizing* 3 jam, nilai kekerasan 17,47 HRC dengan waktu *carburizing* 6 jam, 18,82 HRC dengan waktu *carburizing* 9 jam. Jadi berdasarkan hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan nilai kekerasan baja St. 42 bertambah jika melakukan proses *carburizing* menggunakan katalisator serbuk cangkang kerang simping.

4.1.4. Uji Normalitas Data

Uji normalitas digunakan untuk menentukan apakah hasil pengujian dalam peneliti sesuai atau tidak dengan menggunakan perangkat lunak Minitab. Data berdistribusi normal apabila nilai KS diatas 5%.

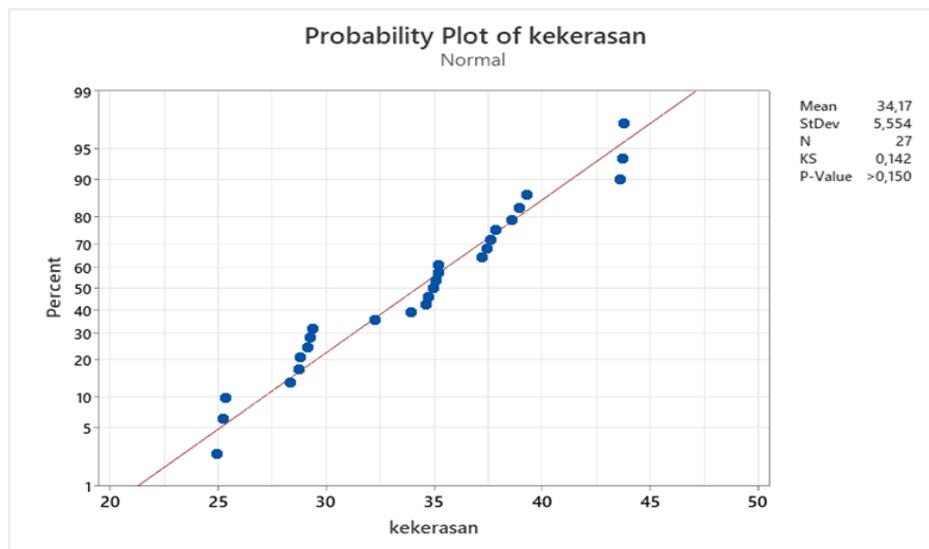
1. Hipotesis

H_0 : data tidak berdistribusi normal

H_1 : data berdistribusi normal

2. Hasil

Hasil uji normalitas ditunjukkan pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Grafik Uji Kenormalan Data Kekerasan

Dari pengujian kenormalan data pengujian kekerasan nilai KS lebih besar daripada 5%, maka dapat disimpulkan H0 ditolak karena nilai KS = >5%, artinya bahwa data pengujian kekerasan ini berdistribusi normal.

4.1.5. Hasil Uji *Analisis of Variance*

Setelah nilai kekerasan diperoleh, nilai tersebut akan diuji ANOVA menggunakan Minitab, perhitungan pengujian ANOVA ada di lampiran. Tabel 4.4 merupakan hasil uji kekerasan ANOVA sebagai berikut.

Tabel 4.4 ANOVA uji kekerasan

Eksperimen	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Waktu <i>Carburizing</i>	2	364,69	182,344	71,16	3,44
Persentase serbuk cangkang kerang simping	2	380,88	190,442	74,33	3,44
Error	22	56,37	2,562		
Total	26	801,94			

Dari tabel 4.4 menunjukkan nilai signifikansi data ANOVA kekerasan yaitu F tabel $0,05;2;22 = 3,44$ untuk faktor waktu *carburizing* dan persentase serbuk cangkang kerang simping. F hitung waktu *carburizing* = 71,16, F hitung persentase serbuk cangkang kerang simping = 74,33. Nilai F hitung waktu *carburizing* dan persentase serbuk cangkang kerang simping > F tabel sehingga kedua nilai berada pada daerah berhasil menolak H0.

Keputusan:

1. waktu *carburizing* berhasil menolak H0 artinya bahwa waktu *carburizing* berpengaruh terhadap kekerasan; dan
2. persentase serbuk cangkang kerang simping berhasil menolak H0 artinya bahwa persentase serbuk cangkang kerang simping berpengaruh terhadap kekerasan.

4.1.6 Analisis Faktor Waktu *Carburizing*

Hasil pengujian ANOVA menunjukkan bahwa kekuatan material baja St. 42 dipengaruhi oleh waktu *carburizing*. Material baja mengalami perubahan struktur pada saat dilakukan proses *carburizing* selama 3 jam, 6 jam, 9 jam.

4.1.7 Analisis Faktor Serbuk Cangkang Kerang Samping

Hasil pengujian ANOVA menunjukkan bahwa kekuatan material baja St. 42 dipengaruhi oleh serbuk cangkang kerang samping. Material baja mengalami perubahan struktur pada saat dilakukan proses *carburizing* selama 3 jam, 6 jam, 9 jam dengan variasi persentase serbuk cangkang kerang samping, seperti perubahan yang awalnya serbuk cangkang kerang samping dan serbuk arang aktif batok kelapa full didalam kotak *carburizing* menjadi sedikit, hal ini membuktikan bahwa serbuk arang aktif batok kelapa masuk kedalam material baja St. 42. Dan dilihat dari nilai uji kekerasan yang tanpa katalisator lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan katalisator.

4.1.8 Analisis Waktu *Carburizing* dan Serbuk Cangkang Kerang Samping

Nilai keseluruhan uji kekerasan, bisa dilihat pada grafik hasil uji kekerasan pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Grafik Uji Kekerasan

Berdasarkan grafik uji kekerasan pada gambar 4.3, terlihat bahwa ada nilai kekerasan yang paling tinggi dan paling rendah. Kemungkinan akibat yang dapat menyebabkan penurunan dan peningkatan kekerasan baja St. 42 adalah sebagai berikut.

1. Analisa Nilai Tertinggi Kekerasan

Nilai kekerasan tertinggi berada pada spesimen uji yang 30% dengan waktu *carburizing* 3 jam dengan rata-rata nilai kekerasan sebesar 34,02 HRC. Waktu *carburizing* 6 jam dengan persentase serbuk cangkang kerang simping 30% dengan rata-rata nilai kekerasan sebesar 38,92 HRC. Waktu *carburizing* 9 jam dengan persentase serbuk cangkang kerang simping 30% dengan rata-rata nilai kekerasan sebesar 43,68 HRC. Hal ini disebabkan lamanya waktu *carburizing* dan banyaknya serbuk cangkang kerang simping yang digunakan, membuat material baja St. 42 menjadi keras karena lamanya waktu *carburizing* dan banyaknya serbuk cangkang kerang simping membuat serbuk arang aktif batok kelapa sebagai bahan karbon aktif lebih banyak masuk ke dalam baja St. 42.

2. Analisa Nilai Terendah Kekerasan

Nilai kekerasan terendah berada pada spesimen uji yang 0% didapat kan nilai kekerasan 15,14 HRC dengan waktu *carburizing* 3 jam, nilai kekerasan 17,47 HRC dengan waktu *carburizing* 6 jam, dengan waktu *carburizing* 9 jam dengan rata-rata nilai kekerasan sebesar 18,82 HRC. Hal ini disebabkan karena spesimen yang 0% tidak memakai serbuk cangkang kerang simping, membuat material baja St. 42 menjadi tidak sekeras yang memakai serbuk cangkang kerang simping. Karena dengan adanya katalisator membuat serbuk arang aktif batok kelapa sebagai bahan karbon aktif lebih cepat masuk ke dalam baja St. 42.

4.2 Uji Impak

4.2.1 Proses Pembuatan Sampel

Pada proses penelitian dengan menggunakan serbuk cangkang kerang simping dan serbuk arang aktif batok kelapa. Dengan variasi serbuk cangkang kerang simping: 0%, 10%, 20%, 30% dan serbuk arang aktif batok kelapa: 100%,

90%, 80%, 70% dengan waktu *carburizing* 3 jam, 6 jam, dan 9 jam. Dalam proses pengambilan data, ada beberapa tahap yang harus dilakukan. Proses diawali dengan penelitian literatur, kemudian membuat benda uji dengan standar ASTM E23 dengan dimensi panjang 55 mm, lebar 10 mm, tinggi 10 mm. Satu variasi ada 12 benda uji dan 3 kali pengulangan dengan jumlah total 36 spesimen.

4.2.2. Proses Pengambilan Data

Setelah melakukan pengujian kekerasan pada spesimen uji, selanjutnya lakukan uji impak. Sebelum penulis melakukan eksperimen, penulis terlebih dahulu melakukan proses *carburizing* tanpa serbuk cangkang kerang simping (0%). Setelah mendapatkan hasil kekuatan impak, selanjutnya penulis bandingkan hasil uji impak dengan variasi serbuk cangkang kerang simping: 10%, 20%, 30% dan serbuk arang aktif batok kelapa: 90%, 80%, 70% dengan waktu 3 jam, 6 jam, dan 9 jam. Pengujian dilaksanakan guna mendapatkan variasi mana yang paling baik. Kegiatan pengujian impak diperlihatkan di gambar 4.4.



Gambar 4.4 Proses Pengujian Impak

4.2.3. Data Pengujian

Uji kekerasan dilaksanakan memakai peralatan pengujian di Laboratorium material Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung. Di mana nilai kekuatan

impak didapatkan secara otomatis setelah bandul pendulum menghantam benda kerja. Hasil perbandingan rata-rata nilai kekuatan impact setelah diuji ditunjukkan pada tabel 4.5 dan 4.6 di bawah ini.

Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian Impact 0%

No	Waktu <i>Carburizing</i> (jam)	Serbuk Cangkang Kerang Sipping (%)	Uji Impact (Joule/mm ²) Spesimen			Rata-rata Joule/mm ²
			1	2	3	
			1	3	0		66	83	73	0,95
2	6	0	69	67	111	0,8458
3	9	0	118	88	73	0,7125

Tabel 4.6 Data Hasil Pengujian Impact 10%, 20%, dan 30%

No	Waktu <i>Carburizing</i> (jam)	Serbuk Cangkang Kerang Sipping (%)	Uji Impact (Joule/mm ²) Spesimen			Rata-rata Joule/mm ²
			1	2	3	
			1	3	10		98	99	101	0,6333
2	3	20	107	108	107	0,5333
3	3	30	139	119	95	0,4041
4	6	10	102	105	106	0,5708
5	6	20	121	119	120	0,375
6	6	30	135	138	122	0,2291
7	9	10	125	128	123	0,3083
8	9	20	131	132	122	0,2708
9	9	30	133	133	141	0,1791

Tabel 4.7 Data Rata-Rata Hasil Pengujian Impact

Waktu <i>Carburizing</i> (jam)	Rata-rata Nilai Impact (Joule/mm ²)			
	Persentase Kerang sipping (%)			
	0%	10%	20%	30%
3 Jam	0,95	0,6333	0,5333	0,4041
6 Jam	0,8458	0,5708	0,375	0,2291
9 Jam	0,7125	0,3083	0,2708	0,1791

Berdasarkan hasil nilai kekerasan pada tabel 4.6, terdapat perbedaan nilai kekuatan impact, Perbedaan ini dipengaruhi oleh benda uji yang menggunakan waktu *carburizing* dan persentase serbuk cangkang kerang simping yang berbeda. Perbedaan ini menyebabkan nilai kekuatan impact paling tinggi dan paling rendah. Maka di peroleh hasil yang beragam dari setiap waktu dan persentase serbuk cangkang kerang simping dari setiap urutan eksperimen memiliki nilai yang berbeda waktu *carburizing* yang paling baik adalah waktu 3 jam dengan persentase serbuk cangkang kerang simping 30% dengan rata-rata harga impact sebesar 0,4041 joule/mm². Waktu 6 jam dengan persentase serbuk cangkang kerang simping 30% dengan rata-rata harga impact sebesar 0,2291 joule/mm². Waktu 9 jam dengan persentase serbuk cangkang kerang simping 30% dengan rata-rata harga impact sebesar 0,1791 joule/mm². Jika dilihat dari tabel 4.5 yang tanpa serbuk cangkang kerang simping (0%) didapat kan nilai kekerasan 0,95 joule/mm² dengan waktu *carburizing* 3 jam, nilai kekerasan 0,8458 joule/mm² dengan waktu *carburizing* 6 jam, 0,7125 joule/mm² dengan waktu *carburizing* 9 jam berarti setelah dilakukan uji impact diketahui sifat baja St. 42 berubah menjadi getas jika melakukan proses *carburizing* memakai katalisator serbuk cangkang kerang simping.

4.2.4 Uji Normalitas Data

Uji normalitas digunakan untuk menentukan apakah hasil pengujian dalam peneliti sesuai atau tidak dengan menggunakan *software*. Data berdistribusi normal apabila nilai KS diatas 5%.

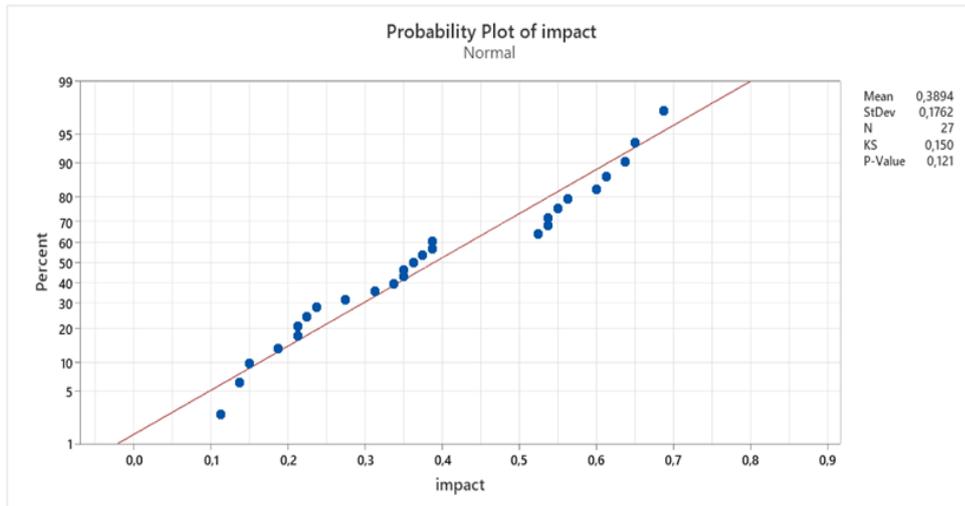
- Hipotesis

H_0 : Data tidak berdistribusi normal

H_1 : Data berdistribusi normal

- Hasil

Hasil uji normalitas data ditunjukkan pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Grafik Uji Kenormalan Data Impak

Dari pengujian kenormalan data pengujian impak nilai KS lebih besar daripada 5%, maka dapat disimpulkan H_0 ditolak karena nilai $KS = >5\%$, artinya bahwa data pengujian impak ini berdistribusi normal.

4.2.5 Hasil Uji *Analisis of Variance*

Setelah nilai kekuatan impak diperoleh, nilai tersebut akan diuji ANOVA menggunakan perangkat lunak Minitab, perhitungan pengujian ANOVA ada di lampiran. Tabel 4.3 merupakan hasil uji kekerasan ANOVA sebagai berikut. Tabel 4.8 di bawah ini adalah data hasil uji ANOVA kekuatan impak.

Tabel 4.8 ANOVA uji impak

Eksperimen	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Waktu					
<i>Carburizing</i>	2	0,33015	0,16508	15,76	3,44
Persentase serbuk cangkang kerang simping	2	0,24519	0,12259	11,64	3,44
Error	22	0,23176	0,01054		
Total	26	0,80709			

Dari tabel 4.8 menunjukkan nilai signifikansi data ANOVA impaks yakni F tabel $0,05;2;22 = 3.44$ untuk faktor waktu *carburizing* dan persentase serbuk cangkang kerang simping. F hitung waktu *carburizing* = 15.67, F hitung persentase serbuk cangkang kerang simping = 11.64, Nilai F hitung waktu *carburizing* dan persentase serbuk cangkang kerang simping > F tabel sehingga kedua nilai berada pada daerah berhasil menolak H₀.

Keputusan:

1. waktu *carburizing* berhasil menolak H₀, artinya waktu *carburizing* berpengaruh terhadap kekuatan impak; dan
2. persentase serbuk cangkang kerang simping berhasil menolak H₀, artinya persentase serbuk cangkang kerang simping berpengaruh terhadap kekuatan impak;

4.2.6 Analisis Faktor Waktu *Carburizing*

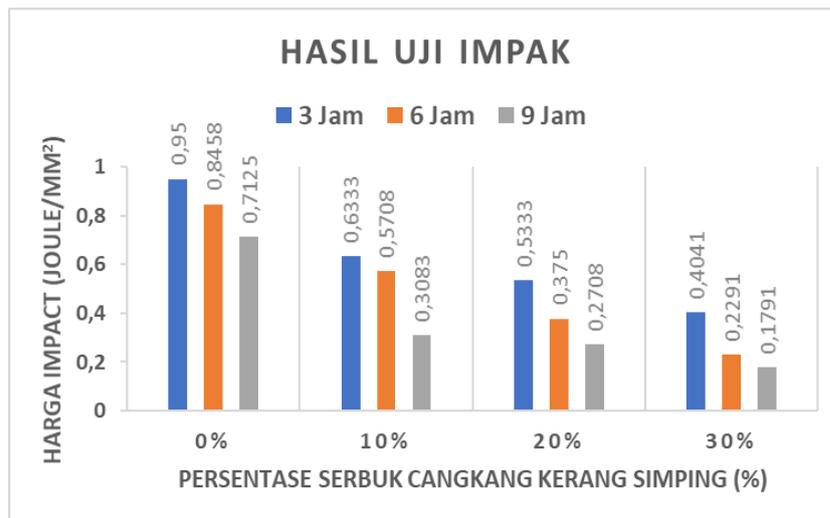
Hasil pengujian ANOVA menunjukkan bahwa kekuatan material baja St. 42 dipengaruhi oleh waktu *carburizing*. Material baja mengalami perubahan struktur pada saat dilakukan proses *carburizing* selama 3 jam, 6 jam, dan 9 jam.

4.2.7 Analisis Faktor Serbuk Cangkang Kerang Siping

Hasil pengujian ANOVA menunjukkan bahwa kekuatan material baja St. 42 dipengaruhi oleh serbuk cangkang kerang simping. Material baja mengalami perubahan struktur pada saat dilakukan proses *carburizing* selama 3 jam, 6 jam, 9 jam dengan variasi persentase serbuk cangkang kerang simping, seperti perubahan yang awalnya serbuk cangkang kerang simping dan serbuk arang aktif batok kelapa full di dalam kotak *carburizing* menjadi sedikit, hal ini membuktikan bahwa serbuk arang aktif batok kelapa masuk kedalam material baja St. 42. Kemudian dilihat dari nilai harga impak yang tanpa katalisator lebih besar dibandingkan dengan menggunakan katalisator.

4.2.8 Analisis Waktu *Carburizing* dan Serbuk Cangkang Kerang Samping

Nilai keseluruhan uji impact, bisa dilihat pada grafik hasil uji impact diperlihatkan di gambar 4.6 di bawah ini.



Gambar 4.6 Grafik Uji Impact

Berdasarkan grafik uji impact pada gambar 4.6, terlihat bahwa ada nilai kekuatan impact yang paling tinggi dan paling rendah. Kemungkinan akibat yang dapat menyebabkan penurunan dan peningkatan kekuatan impact baja St. 42 adalah sebagai berikut.

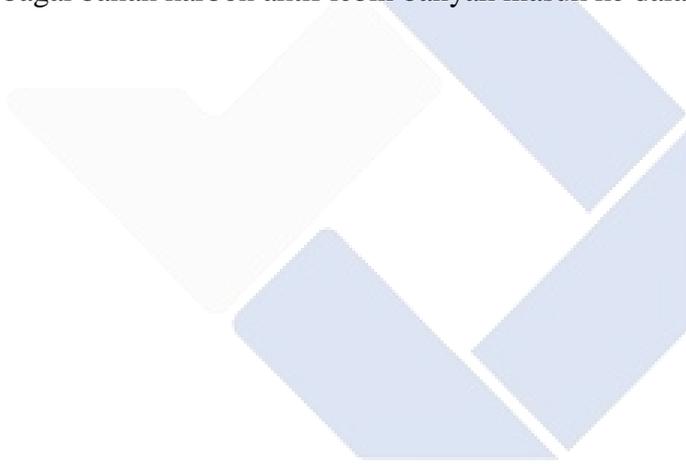
1. Analisa Nilai Tertinggi Kekuatan Impact

Nilai impact paling tinggi ada di benda uji yang 0% dengan waktu *carburizing* 3 jam dengan rata-rata nilai kekuatan impact sebesar 0,95 joule/mm². Waktu *carburizing* 6 jam dengan persentase serbuk cangkang kerang samping 0% dengan rata-rata nilai kekuatan impact sebesar 0,8458 joule/mm². Waktu *carburizing* 9 jam dengan persentase serbuk cangkang kerang samping 0% dengan rata-rata nilai kekuatan impact sebesar 0,7125 joule/mm². Hal ini disebabkan karena spesimen yang 0% tidak memakai serbuk cangkang kerang samping, membuat material baja St. 42 menjadi ulet dan tidak getas seperti yang pakai serbuk cangkang kerang samping. Karena dengan adanya katalisator

membuat serbuk arang aktif batok kelapa sebagai bahan karbon aktif lebih cepat masuk ke dalam baja St. 42.

2. Analisa Nilai Terendah Kekuatan Impak

Nilai impak terendah ada di benda uji yang 30% didapatkan nilai kekuatan impak sebesar 0,4041 joule/mm² dengan waktu *carburizing* 3 jam, nilai kekuatan impak sebesar 0,2291 joule/mm² dengan waktu *carburizing* 6 jam, dengan waktu *carburizing* 9 jam dengan rata-rata nilai kekuatan impak sebesar 0,1791 joule/mm². Hal ini disebabkan lamanya waktu *carburizing* dan banyaknya serbuk cangkang kerang simping yang digunakan, membuat material baja St. 42 menjadi getas karena lamanya waktu *carburizing* dan banyaknya serbuk cangkang kerang simping membuat serbuk arang aktif batok kelapa sebagai bahan karbon aktif lebih banyak masuk ke dalam baja St. 42.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data hasil pengujian yang diperoleh, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. yang paling bagus dari variasi persentase serbuk cangkang kerang simping adalah 30%, dengan waktu *carburizing* 3 jam, 6 jam, dan 9 jam;
2. dengan penambahan waktu *carburizing* maka kekerasan bertambah; dan
3. berdasarkan hasil ANOVA, baik waktu *carburizing* maupun persentase katalisator serbuk cangkang kerang simping berpengaruh terhadap kekerasan dan nilai uji impak baja St. 42. Berarti, pemanfaatan serbuk cangkang kerang simping sebagai katalisator berfungsi dan layak.

5.2 Saran

Untuk penelitian selanjutnya yang mengambil tema *carburizing* menggunakan katalisator cangkang kerang simping, penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. serbuk cangkang kerang dan arang aktif harus dihaluskan sebelum diaplikasikan menjadi media *carburizing*;
2. jika ingin melakukan proses *carburizing* memakai katalisator serbuk cangkang kerang simping sebisa mungkin pakai ukuran cangkang yang sama;
3. kotak spesimen benar-benar tertutup/kedap udara untuk mendapatkan pemanasan yang lebih optimal;
4. suhu oven harus dijaga karena permukaannya berubah pada suhu tertentu;
5. berusaha untuk menjamin bahwa lapisan luar benda uji rata dan sehalus mungkin sehingga ketika dilakukan pengujian kekerasan dapat mendapatkan hasil yang maksimal;
6. pembuatan takik usahakan harus berada ditengah-tengah spesimen;

7. jika ingin memakai persentase katalisator dan karbon aktif yang sama, sangat dianjurkan untuk mengubah variasi waktu dan suhu; dan
8. dengan adanya perbedaan pada penelitian selanjutnya bisa dijadikan pembandingan pada penelitian sebelumnya.



DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. (2019). Pengaruh *Quenching* pada Proses *Carburizing* Baja St. 41 Menggunakan Media Arang Batok Kelapa terhadap Nilai Kekerasan. (Proposal Tugas Akhir, Politeknik Harapan Bersama).
- Allan, J. (1962). *Australian Shells with related animals living in the sea, in freshwater and on the land*. Melbourne: Georgian House.
- Agustini, T. W., Fahmi, A. S., Widowati, I., and Sarwono, A. (2011). Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Simpson (*Amusium pleuronectes*) dalam Pembuatan *Cookies* Kaya Kalsium. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, vol. 24, no. 1, pp. 8-13.
- Augustine, R. L. (1996). *Heterogeneous Catalysis for Chemist*. New York: Marcel Dekker Inc.
- Campbell, N, J. Reece, J. L. Dickey, M. R. Taylor, L. G. Mitchell, and E. J. Simon. (2008). *Biologi* (8 ed., vol. 1). Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Davis, H. E., Troxell, G. E., and Wiskocil, C. T. (1955). *The Testing and Inspection of Engineering Materias*. New York: McGraw-Hill Book Company.
- Dharmaraj S, Shanmugasundaram K., and Suja, C. P. (2004). Larva rearing and spat production of the windowpane shell *Placuna placenta*. Central Marine Fisheries Research Institute, Tuticorin Research Centre. *Journal Aquaculture Asia*, vol. 9, no. 2. Pp. 20-28.
- Fund, W. W, (2015). *Better Management Practice Seri Panduan Perikanan Skala Kecil Perikanan Kerang* (1 ed.). Jakarta:WWF Indonesia.
- Habe, T. (1964). Notes on the Species of the Genus *Amusium* (Mollusca). *Bulletin National Science*, vol 7, no. 1, pp. 1-5.
- Harjuno, I., Agustini, T. W., and Anggo, A. D. (2013). Karakteristik Tepung Kalsium dari Cangkang Kerang Simpson (*Amusium pleuronectes*) dengan waktu Pemanasan yang Berbeda. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, vol. 2, no. 3, pp. 1-10.

- Helm, M. M., Bourne, N., and Lovatelli, A. (2004). *Hatchery Culture of Bivalves: A Practical Manual. FAO Fisheries Technical Paper No. 471*. Rome, Italy. 200, pp. 156-171.
- Irfany, O. R. (2021). Pengaruh Parameter Proses 3D Printing terhadap Kekuatan Impak Menggunakan Metode Charpy pada Filamen Pla (Tugas Akhir, Politeknik Manufaktur Bangka Belitung).
- K. Fitriani, A.N. Fitrah, E. Hambali., (2017). Aplikasi Asap Cair Pada Lateks, *Jurnal PASTI* Volume IX No 1,28-34
- Perikanan, K. K. (2015). *Produksi Kerang di Indonesia tahun 2015*. Jakarta: Kementrian Kelautan dan Perikanan.
- Kasim, F., Fitrah, A. N., Hambali, E. (2017). Aplikasi Asap Cair pada Lateks. *Jurnal PASTI*, vol. 9, no. 1, pp. 28-34.
- Kuswanto, B. (2010). Perubahan Harga Tegangan Tarik Yield Material Baja Karbon Rendah Setelah Melalui Proses *Pack Carburizing*. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, vol. 1, no. 1, pp. D.14-D.19.
- Mufidun, A. (2016). Pengaruh Variasi Komposisi dan Ukuran Filler Serbuk Cangkang Kerang Semping (*Placuna placenta*) pada Matriks Poliester terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Papan Komposit (Skripsi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang).
- Mujiyono and Sumowidagdo, A. L. (2008). Meningkatkan Efektifitas Karburisasi Padat pada Baja Karbon Rendah dengan Optimasi Ukuran Serbuk Arang Tempurung Kelapa. *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 10, no. 1, pp. 8-14.
- Murtiono, A. (2012). Pengaruh Quenching dan Tempering terhadap Kekerasan dan Kekuatan Tarik Serta Struktur Mikro Baja Karbon Sedang untuk Mata Pisau Pemanen Sawit. *Jurnal E-Dinamis*, vol. 2, no. 2, pp. 57-70.
- Nurdina, A. (2016). Preparasi dan Karakterisasi Limbah Biomaterial Cangkang Kerang Semping (*Amusium pleuronectes*) dari Daerah Teluk Lampung sebagai Bahan Dasar Biokeramik (Skripsi, Universitas Lampung).
- Pambayun, G. S., Yulianto, R. Y., Rachimoellah, M., and Putri, E. M. (2013). Pembuatan Karbon Aktif dari Arang Tempurung Kelapa dengan Aktivator

- ZnCl₂ dan Na₂CO₃ sebagai Adsorben untuk Mengurangi Kadar Fenol dalam Air Limbah. *Jurnal Teknik Pomits*, vol. 2, no.1, PP. F 116- F 120.
- Rafiastuti, H. (2022, Juli 27). Pembuatan Arang Aktif. (CIBEXT) Retrieved Februari 10, 2023, from <http://cybex.pertanian.go.id/mobile/artikel/99100/PEMBUATAN-ARANG-AKTIF/>.
- Ramadani, S. (2021). Kandungan Kalsium dan Fosfor pada Cangkang Kerang Simpson (*Placuna placenta*) dan Kerang Darah (*Anadara granosa*) yang Berasal dari Perairan Pesisir Banyuwasin (Skripsi, Universitas Sriwijaya).
- Renwarin, M. T., Laban, M. N., (2020). Rancangan Pabrik Biodiesel dari *Leather Tanning Waste* dengan Katalis CaO dari Limbah Cangkang Kerang Simpson Kapasitas: 23.620 Kiloliter/Tahun (Skripsi, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya).
- Santoso, P. (2022). Studi Penangkapan Kerang Darah (*Anadara granosa*) Menuju Pengembangan Budidayanya di Kecamatan Kupang Tengah, Kabupaten Kupang. *JVIP*, vol. 2, no. 2, pp. 24-31.
- Satria, D., Setiawan, I., Rosyadi, I., Listijorini, E., Haryadi, H., Lusiani, R., and Ariesmunandar, A. (2019). Pengaruh Waktu Tahan Proses *Pack Carburizing* Baja AISI 3115 dengan Menggunakan *Calcium Carbonat* dan Batubara Sub Bituminous dan Mendapatkan Perlakuan Panas *Quenching* Media Pendingin Air. *ROTASI*, vol. 21, no. 2, pp. 88-95.
- Satterfield, C.N. (1980). *Heterogeneous Catalyst in Practice*. New York: Mc Graw Hill Book Company.
- Schweitzer, P. A. (2004). *Encyclopedia of Corrosion Technology*. Second Edition ed. New York: Marcel Dekker, Inc.
- Shaifudin, A., Istiasih, A., and Mufarrih A. (2018.) Optimalisasi Difusi Karbon dengan Metode *Pack Carburizing* pada Baja St. 42. *Jurnal Mesin Nusantara*, vol. 1, no. 1, pp. 27-34.
- Suarsana, I. K., Astika, I. M., Suryawan, I. G., dan Kurniawan, D., (2021). Efek Perlakuan *Pack Carburizing* dan Media Korosif pada Baja AISI 1045 terhadap Laju Koros. *Jurnal Energi dan Manufaktur*, vol. 14, no. 2, pp. 37-43.

- Sujita. (2016). Proses *Pack Carburizing* dengan Media *Carburizer* Alternatif Serbuk Arang Tongkol Jagung dan Serbuk Cangkang Kerang Mutiara. *Jurnal Mechanical*, vol. 7, no. 2, pp. 36-41.
- Susanto, T. D., Prabowo, N. R., Darmawan, B. (2020). Efektifitas Proses Pack Carburizing terhadap Kekerasan Permukaan dan Struktur Mikro Baja St. 42. *Intuisi Teknik dan Seni*, vol. 12, no. 2, pp. 29-39.
- Susmanto, P., Yandriani, Dila, A. P., Pratiwi D. R. (2020). Pengolahan Zat Warna Direk Limbah Cair Industri Jumpitan Menggunakan Karbon Aktif Limbah Tempurung Kelapa pada Kolom Adsorpsi. *Jurnal Riset Sains dan Teknologi*, vol. 4, no. 2, pp. 77-87.
- Tri, A. W., Ratnawati, Wibowo, B. A., Hutabarat, J. (2011). Pemanfaatan Cangkang Kerang Sipping (*Amusium pleuronectes*) sebagai Sumber Kalsium pada Produk Ekstrudat. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, vol. 14, no 2, pp. 134-142.
- Utomo, M. P. and Laksono, E. W. (2007). Tinjauan Umum tentang Deaktivasi Katalis pada Reaksi Katalisis Heterogen. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA*, Universitas Negeri Yogyakarta, pp. 110-115.
- Widowati, S., Suismono, Suarni, Sutrisno, dan O. Komalasari. (2002). *Petunjuk Teknis Proses Pembuatan Aneka Tepung dari Bahan Pangan Sumber Karbohidrat Lokal*. Jakarta: Balai Penelitian Pascapanen Pertanian.
- Young, A. L. (1980). Larval and Postlarval Development of the Window-pane Shell, *Placuna Placenta Linnaeus* with a Discussion on its Natural Settlement. *The Velger*, vol. 23, pp. 141-148.

Lampiran 1: Daftar Riwayat Hidup

1. Data Pribadi

Nama : Muhamad Juniardi
Tempat, Tanggal Lahir : Dalil, 30 Juni 2000
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama : Islam
Alamat : Desa Dalil, Kecamatan Bakam
Kabupaten Bangka, Kepulauan Bangka Belitung
No telpon/HP : 083190863128
Email : juniardikhensin78@gmail.com



2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 5 Bakam (2006-2012)
SMP Negeri 1 Bakam (2012-2015)
SMA Negeri 1 Bakam (2015-2018)

Sungailiat, 25 Januari 2024

Muhamad Juniardi

Lampiran 2: Sertifikasi Baja St. 42



SeAH Besteel Corp.
1-6, SORYONG-DONG, KUNSAN,
CHEONBUK, KOREA(573-711)

MILL CERTIFICATE

TEL : +82-(0)63-460-8572. 8318(QA)
+82-(0)63-460-8114(Repres.)
FAX : +82-(0)63-460-8423 Page(0/0)

Date : 2017-04-20
Cert. No. : 201704-207465
Customer :
Heat No. : 269824

Steel Grade : AISI 1042/ST42
Shape of Product : PLATE SHEET
Delivery Condition : FOUR SQUARE PLATE

Size (mm) : 1 - 100
Length (mm) : 2,400
Weight (kg) :
Quantity(pcs) : 1

Inspection Items		Chemical Composition (wt. %)				
		C	SI	MN	P	S
		x 100	x 100	x 100	x 100	x 1000
Spec.	Min.	15	15	3		
	Max.	35	25	6	3	35
	Result	30	25	4	MAX	MAX
Inspection Items		Product Hardness (HB)				
		SURFACE 160 HB				

Mechanical Properties AISI 1042/ST42

Mechanical Properties	Symbol	Steel
Young's modulus (GPa)	<i>E</i>	190 - 210
Poisson's ratio	<i>v</i>	0,26
Density (Kg/m ³)	<i>P</i>	7.860
Yield strength (MPa)	<i>S_y</i>	205 - 245
Tensile strength (MPa)	<i>S_t</i>	400 - 510
Elongation (%)		27 - 30
Hardness (Hb)	<i>Hb</i>	160

<<Remarks>>

B/DS : 4

----- End of report -----

We hereby certify that the material described herein has been made in accordance with the rules of the contract.

Certified by

O. Y. Cho

Manager of Quality Assurance Dept

Lampiran 3: Proses Penumbukan Cangkang Kerang Samping



Lampiran 4: Proses Pembuatan Kotak *Carburizing*



Lampiran 5: Proses Pemotongan Benda Kerja Baja ST 42



**Lampiran 6: Proses Pemesinan (*Facing*) Benda Kerja Sesuai ASTM E23 dan
Proses Validasi Benda Kerja**



Lampiran 7: Proses Pembuatan Takik



Lampiran 8: Persentase Serbuk Cangkang Kerang Simping dan Serbuk Arang Aktif Batok Kelapa

Serbuk Cangkang Kerang Simping



10% (16 gram)

20% (32 gram)

30% (48 gram)

Serbuk Arang Aktif Batok Kelapa



90% (146 gram)

80% (130 gram)

70% (113 gram)

Lampiran 9: Proses Penggabungan Serbuk Cangkang Kerang Samping dan Serbuk Arang Aktif Batok Kelapa



Lampiran 10: Proses Pengambilan Kotak *Carburizing* dari dalam Oven Pemanas



Lampiran 11: Proses *Quenching* ke dalam Air



Lampiran 12: Validasi Hasil Anova di Aplikasi Minitab

Uji Kekerasan

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
waktu (jam)	2	364,69	182,344	71,16	0,000
persentase kerang	2	380,88	190,442	74,33	0,000
Error	22	56,37	2,562		
Lack-of-Fit	4	10,86	2,716	1,07	0,398
Pure Error	18	45,51	2,528		
Total	26	801,94			

Uji Impak

Analysis of Variance

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
waktu (jam)	2	0,33015	0,165075	15,67	0,000
persentase kerang	2	0,24519	0,122593	11,64	0,000
Error	22	0,23176	0,010535		
Lack-of-Fit	4	0,03686	0,009216	0,85	0,511
Pure Error	18	0,19490	0,010828		
Total	26	0,80709			

Lampiran 13: Perhitungan ANOVA Uji Kekerasan

➤ $\sum y^2_{ijk}$

No	Kerang simping (%)	Nilai kekerasan			rata-rata (HRC)	kuadrat			
		Spesimen				10%	20%	30%	
		10%	20%	30%					
1	3 Jam	24,93	28,8	34,93	29,553 33	621,5049	829,44	1220,105	
2	3 Jam	25,3	29,13	37,8	30,743 33	640,09	848,5569	1428,84	
3	3 Jam	25,23	32,23	29,33	28,93	636,5529	1038,773	860,2489	
4	6 Jam	28,7	33,9	38,56	33,72	823,69	1149,21	1486,874	
5	6 Jam	28,33	34,73	39,26	34,106 67	802,5889	1206,173	1541,348	
6	6 Jam	29,23	34,6	38,93	34,253 33	854,3929	1197,16	1515,545	
7	9 Jam	35,03	37,2	43,7	38,643 33	1227,101	1383,84	1909,69	
8	9 Jam	35,2	37,4	43,6	38,733 33	1239,04	1398,76	1900,96	
9	9 Jam	35,2	37,57	43,77	38,846 67	1239,04	1411,505	1915,813	
							$\sum y^2_{ijk}$	32326,84	

➤ $\sum y^2, \sum y^2/bkn, \sum y^2/bn$

Waktu Carburizing (jam)	Persentase serbuk cangkang kerang siping(%)			Total	Total Kuadrat
	10%	20%	30%		
3 Jam	75,46	90,16	102,06	267,68	71652,58
6 Jam	86,26	103,23	116,75	306,24	93782,94
9 jam	105,43	112,17	131,07	348,67	121570,8
Total	267,15	305,56	349,88	922,59	851172,3
				$\sum y$	922,59
				$\sum y^2$	851172,3
				$\sum y^2/bkn$	31524,9
				$\sum y^2/bn$	31889,59

➤ $\sum y^2j/kn$

Waktu	Persentase kerang %		
	10 %	20%	30%
3 jam	5694,212	8128,826	10416,24
6 jam	7440,788	10656,43	13630,56
9 jam	11115,48	12582,11	17179,34
		$\sum y^2j/kn$	32281,33

- Jumlah kuadrat total (Persamaan 2.5)

$$SS_T = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b y^2_{ijk} - \frac{y^2}{abn} = 32326,84 - 31524,9 = 801,94$$

- Jumlah kuadrat baris (Persamaan 2.7)

$$SS_{Waktu\ Carburizing} = \frac{1}{bn} \sum_{i=1}^a y^2_j - \frac{y^2}{abn} = 31889,59 - 31524,9 = 364,887$$

- Jumlah kuadrat kolom (Persamaan 2.8)

SSPersentase serbuk cangkang kerang sipping

$$= \frac{1}{an} \sum_{j=1}^b y^2_j - \frac{y^2}{abn} = 31905,78 - 31524,9 = 380,883$$

- Jumlah kuadrat error(2.10)

$$Jke = Jkt - Jkb - Jkk = 801,9406 - 364,6874 - 380,8831 = 56,37016$$

- Derajat kebebasan (DoF) (Persamaan 2.12)

$$Waktu\ carburizing = \text{jumlah level} - 1 = 3 - 1 = 2$$

$$\text{Persentase kerang} = \text{jumlah level} - 1 = 3 - 1 = 2$$

- Rata-rata kuadrat (RK) Adj MS : DoF (Persamaan 2.6)

$$Waktu\ carburizing = Jkb : \text{DoF} = 364,6874 : 2 = 182,3437$$

$$\text{Persentase kerang} = Jkk : \text{DoF} = 380,8831 : 2 = 190,4415$$

$$\text{Error} = Jke : \text{DoF} = 56,3702 : 22 = 2,5622$$

- F-hitung (Persamaan 2.11)

$$\text{Adj MS} : \text{Error Adj MS (Persamaan 2.11)}$$

$$Waktu\ Carburizing = RK_{Waktu\ Carburizing} : RK_{\text{error}} = 182,3437 : 2,56228 = 71,16462$$

$$\text{Persentase cangkang kerang} = RK_{\text{Persentase cangkang kerang}} : RK_{\text{error}} = 190,4415 : 2,56228 = 74,32504$$

Lampiran 14: Perhitungan ANOVA Uji Impact

➤ $\sum y^2_{ijk}$

No	Kerang simping (%)	Nilai Impact			rata-rata	Kuadrat		
		Spesimen				(joule/mm ²)		
		10%	20%	30%	10%		20%	30%
1	3 Jam	0,65	0,5375	0,1375	0,441667	0,4225	0,288906	0,018906
2	3 Jam	0,6375	0,525	0,3875	0,516667	0,406406	0,275625	0,150156
3	3 Jam	0,6125	0,5375	0,6875	0,6125	0,375156	0,288906	0,472656
4	6 Jam	0,6	0,3625	0,1875	0,383333	0,36	0,131406	0,035156
5	6 Jam	0,5625	0,3875	0,15	0,366667	0,316406	0,150156	0,0225
6	6 Jam	0,55	0,375	0,35	0,425	0,3025	0,140625	0,1225
7	9 Jam	0,3125	0,2375	0,2125	0,254167	0,097656	0,056406	0,045156
8	9 Jam	0,275	0,225	0,2125	0,2375	0,075625	0,050625	0,045156
9	9 Jam	0,3375	0,35	0,1125	0,266667	0,113906	0,1225	0,012656
							$\sum y^2_{ijk}$	4,900156

➤ $\sum y^2, \sum y^2/bkn, \sum y^2/bn$

Waktu <i>Carburizing</i> (jam)	Persentase serbuk cangkang kerrang simping (%)			Total	Total Kuadrat
	10%	20%	30%		
3 Jam	1,9	1,6	1,2125	4,7125	22,20766
6 Jam	1,7125	1,125	0,6875	3,525	12,42563
9 jam	0,925	0,8125	0,5375	2,275	5,175625
Total	4,5375	3,5375	2,4375	10,5125	110,5127
$\sum y$					10,5125
$\sum y^2$					110,5127
$\sum y^2/bkn$					4,093061
$\sum y^2/bn$					4,423212

➤ $\sum y^2j/kn$

Waktu	Persentase kerang %		
	10 %	20%	30%
3 jam	3,61	2,56	1,470156
6 jam	2,932656	1,265625	0,472656
9 jam	0,855625	0,660156	0,288906
$\sum y^2j/kn$			4,70526

- Jumlah kuadrat total (Persamaan 2.5)

$$SS_T = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b y^2_{ijk} - \frac{y^2}{abn} = 4,900156 - 4,093061 = 0,807095$$

- Jumlah kuadrat baris (Persamaan 2.7)

$$SS_{Waktu\ Carburizing} = \frac{1}{bn} \sum_{i=1}^a y^2_j - \frac{y^2}{abn} = 4,423212 - 4,093061 = 0,33015$$

- Jumlah kuadrat kolom (Persamaan 2.8)

$$SS_{Persentase\ serbuk\ cangkang\ kerang\ sipping} = \frac{1}{an} \sum_{j=1}^b y^2_j - \frac{y^2}{abn} = 4,338247 - 4,093061 = 0,245185$$

- Jumlah kuadrat error(2.10)

$$Jke = Jkt - Jkb - Jkc = 0,807095 - 0,33015 - 0,245185 = 0,231759$$

- Derajat kebebasan (DoF) (Persamaan 2.12)

$$Waktu\ Carburizing = \text{jumlah level} - 1 = 3 - 1 = 2$$

$$Persentase\ kerang = \text{jumlah level} - 1 = 3 - 1 = 2$$

- Rata-rata kuadrat (RK) Adj MS : DoF (Persamaan 2.6)

$$Waktu\ Carburizing = Jkb : DoF = 0,33015 : 2 = 0,165075$$

$$Persentase\ kerang = Jkc : DoF = 0,245185 : 2 = 0,122593$$

$$Error = Jke : DoF = 0,231759 : 2 = 0,1158795$$

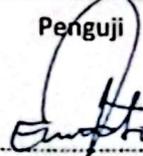
- F-hitung (Persamaan 2.11)

$$Adj\ MS : Error\ Adj\ MS \text{ (Persamaan 2.11)}$$

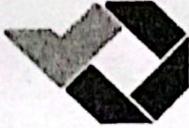
$$Waktu\ Carburizing = RK_{Waktu\ Carburizing} : RK_{error} = 0,165075 : 0,1158795 = 1,4244$$

$$Persentase\ cangkang\ kerang = RK_{Persentase\ cangkang\ kerang} : RK_{error} = 0,122593 : 0,1158795 = 1,0579$$

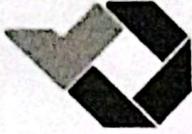
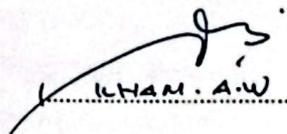
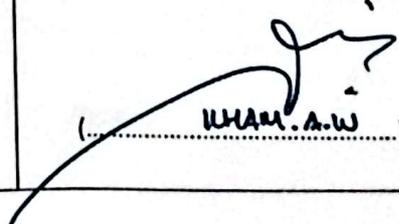
FORM-PPR-3- 8: Form Revisi Laporan Akhir

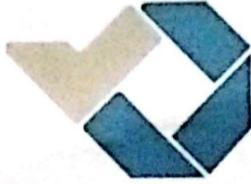
	<p>FORM REVISI LAPORAN AKHIR TAHUN AKADEMIK _____/_____/_____</p>
<p>JUDUL : _____ _____ _____</p>	<p>Nama Mahasiswa :</p> <p>1. <u>M. Juniardi</u> NIM: <u>104.2048</u></p> <p>2. _____ NIM: _____</p> <p>3. _____ NIM: _____</p> <p>4. _____ NIM: _____</p> <p>5. _____ NIM: _____</p>
<p>Bagian yang direvisi</p>	<p>Halaman</p>
<p>- Abstrak</p> <p>- Terdapat teori</p> <p>- Kerangka metode Bab III</p> <p>- Kerangka bab IV?</p>	<p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>
<p>Sunggailiat, _____</p> <p style="text-align: center;">Penguji</p> <p style="text-align: center;">()</p>	
<p>Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa</p>	
<p style="text-align: center;">Mengetahui, Pembimbing</p> <p style="text-align: center;">()</p>	<p style="text-align: right;">Sunggailiat, _____</p> <p style="text-align: center;">Penguji</p> <p style="text-align: center;">()</p>

FORM-PPR-3- 8: Form Revisi Laporan Akhir

	<p>FORM REVISI LAPORAN AKHIR TAHUN AKADEMIK/.....</p>
<p>JUDUL :</p>	<p>Pemanfaatan Limbah Cair yang Kering Semping (Amulsiun Pleuronectis) sebagai katalisator pada proses Carburizing</p>
<p>Nama Mahasiswa :</p>	<p>1. <u>Muhammad Junardi</u> NIM: <u>1042048</u> 2. _____ NIM: _____ 3. _____ NIM: _____ 4. _____ NIM: _____ 5. _____ NIM: _____</p>
<p>Bagian yang direvisi</p>	
	<p>Halaman</p>
<p>1. Revisi abstrak ✓</p> <p>2. Rancangan penelitian ✓</p> <p>3. Bab. 4 kumpulan mana yg paling baik (Variasi) ✓</p>	
<p>Sungailiat, Penguji (..... Ramli.....)</p>	
<p>Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa</p>	
<p>Mengetahui, Perwakilan (..... Ramli.....)</p>	<p>Sungailiat, Penguji (..... Ramli.....)</p>

FORM-PPR-3- 8: Form Revisi Laporan Akhir

	<p>FORM REVISI LAPORAN AKHIR TAHUN AKADEMIK <u>2023 / 2024</u></p>																						
<p>JUDUL :</p>	<p><u>Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Semping</u></p>																						
<p>Nama Mahasiswa :</p>	<p>1. <u>M. Juniardi</u> NIM: <u>1042048</u> 2. _____ NIM: _____ 3. _____ NIM: _____ 4. _____ NIM: _____ 5. _____ NIM: _____</p>																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 80%;">Bagian yang direvisi</th> <th style="width: 20%;">Halaman</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><u>- Perbaiki metode dan analisisnya.</u></td> <td style="text-align: center;"><u>53</u></td> </tr> <tr><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>		Bagian yang direvisi	Halaman	<u>- Perbaiki metode dan analisisnya.</u>	<u>53</u>																		
Bagian yang direvisi	Halaman																						
<u>- Perbaiki metode dan analisisnya.</u>	<u>53</u>																						
<p>Sunggailiat, <u>17.1.24</u> Penguji  (..... KHAM.A.W)</p>																							
<p>Menyatakan telah menyetujui revisi laporan akhir yang telah dilakukan oleh mahasiswa</p>																							
<p>Mengetahui, Pembimbing  (..... Pembimbing)</p>	<p>Sunggailiat, <u>25.1.24</u> Penguji  (..... KHAM.A.W)</p>																						



JITT :

**JURNAL INOVASI TEKNOLOGI TERAPAN
POLITEKNIK MANUFaktur NEGERI BANGKA BELITUNG**

Kawasan Industri Air Kantung Sungailiat – Bangka 33211, Telp (0717)93586, Fax (0717)93585
website : <https://jitt.polman-babel.ac.id>

e-ISSN : 3026-0213

SURAT KETERANGAN

Nomor : 007/PL.28.C/PB/2024

Dengan ini menerangkan bahwa artikel yang berjudul :

**“PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG KERANG SIMPING
(AMUSIUM PLEURONECTES) SEBAGAI KATALISATOR PADA
PROSES CARBURIZING”**

Atas nama :

Penulis : **MUHAMAD JUNIARDI, RAMLI, ZULFITRIYANTO**

Afiliasi : **POLITEKNIK MANUFaktur NEGERI BANGKA BELITUNG**

Telah mengirimkan artikel dengan status *Submit* di Jurnal Inovasi Teknologi Terapan (JITT)
Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung pada Tanggal 3 Januari 2024.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Sungailiat, 3 Januari 2024
Kepala P3KM,



Dr. Parulian Silalahi, M.Pd
NIP. 1964 0102 2021 211 001



PEMANFAAATAN LIMBAH CANGKANG KERANG SIMPING (AMUSIUM PLEURONECTES) SEBAGAI KATALISATOR PADA PROSES CARBURIZING

Oleh

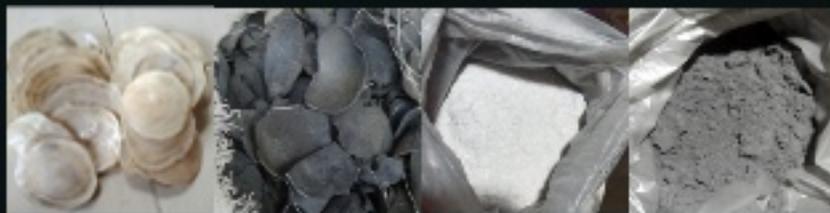
Muhammad Juniardi NIRM 1042048

Dosen Pembimbing 1
Ramli, MSc., Ph.D.

Dosen Pembimbing 2
Zulfriyanto, S.S.T., M.T

Kerang adalah salah satu kekayaan sumber daya perairan Indonesia. Ada banyak sekali jenis kerang di perairan Indonesia, termasuk beberapa jenis kerang yang bernilai ekonomi, seperti tiram, kerang hijau, kerang darah, kerang mutiara, dan kerang simping. Hasil kerang Indonesia yang melimpah harus diimbangi dengan pengolahan dan pemanfaatan sumber daya kerang tersebut. Banyaknya jumlah limbah padat dihasilkan dari cangkang karena berpotensi mengakibatkan pencemaran lingkungan. Oleh karena itu, upaya yang harus serius dalam pemanfaatan limbah padat cangkang kerang sangat dibutuhkan untuk mengurangi dampak buruk pada manusia dan lingkungan.

No	Waktu Carburizing (jam)	Serbuk Cangkang Kerang Simpung	Uji Kekerasan (HRC) Spesimen			Rata-rata (HRC)
			1	2	3	
1	3	0	14,5	14,43	16,5	15,14
2	3	10	24,93	25,3	25,23	25,15
3	3	20	28,8	29,13	32,23	30,05
4	3	30	34,93	37,8	29,33	34,02
5	6	0	17,8	17,5	17,13	17,47
6	6	10	28,7	28,33	29,23	28,75
7	6	20	33,9	34,73	34,6	34,41
8	6	30	38,56	39,26	38,93	38,92
9	9	0	18,53	18,36	19,57	18,82
10	9	10	35,03	35,2	35,2	35,14
11	9	20	37,2	37,4	37,57	37,38
12	9	30	43,7	43,6	43,77	43,68



Waktu Carburizing (jam)	Rata-rata Nilai Impak (joule/mm ²)			
	Persentase Kerang Simpung (%)			
	0%	10%	20%	30%
3 jam	0,95	0,6333	0,6333	0,4041
6 jam	0,8458	0,5708	0,5708	0,2291
9 jam	0,7125	0,3083	0,3083	0,1791

Jika dilihat dari data, dengan penambahan waktu carburizing dan persentase katalisator maka kekerasan semakin meningkat. Semakin tinggi nilai kekerasan harga impak semakin rendah. Sehingga serbuk cangkang kerang simpung dapat digunakan sebagai alternatif katalisator pada proses carburizing.



ORIGINALITY REPORT

18%

SIMILARITY INDEX

18%

INTERNET SOURCES

3%

PUBLICATIONS

3%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	repository.polman-babel.ac.id Internet Source	9%
2	adoc.pub Internet Source	3%
3	lib.unnes.ac.id Internet Source	2%
4	ojs.unpkediri.ac.id Internet Source	1%
5	repository.usd.ac.id Internet Source	1%
6	ejournal3.undip.ac.id Internet Source	1%
7	Trio Nur Wibowo, Yuliyanti Dian Pratiwi. "Analisis Pengaruh Variasi Jenis dan Persentase Katalis pada Proses Pack Carburizing Baja ST 42 terhadap Nilai Kekerasan dan Struktur Mikro", Creative Research in Engineering, 2022 Publication	1%



Exclude quotes On

Exclude matches < 1%

Exclude bibliography On