

**KAJI EKSPERIMENTAL VARIASI MEDIA KARBON UJI SEM
DAN TEMPERATUR PADA PELAPISAN *STAINLESS STEEL* 316L
PACK CARBURIZING TERHADAP KONDUKTIVITAS TERMAL
DAN LAJU KOROSI**

SKRIPSI

Bidang Material

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan
Memproleh Gelar Sarjana Teknik**



Disusun Oleh:

**Reinardi Odilian Jahu
202131004**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA KARYA MALANG
2025**

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

KAJI EKSPERIMENTAL VARIASI MEDIA KARBON UJI SEM DAN TEMPERATUR PADA PELAPISAN *STAINLESS* *STEEL 316L PACK CARBURIZING* TERHADAP KONDUKTIVITAS TERMAL DAN LAJU KOROSI

Untuk Memenuhi Persyaratan Gelar Sarjana Teknik Disusun Oleh:

Reinardi Odilian Jahu
202131004



Telah Disetujui Pada Tanggal 15 Juli 2025

Dosen Pembimbing I,

Dr. Nereus Tugur Redationo, S.T., M.T.
NIDN. 0712057101

Dosen Pembimbing II,

Bernardus Crisanto Putra Mbulu, S.T., M.T
NIDN. 0721088101

Mengetahui,

Dekan Fakultas,



Dr. Sunik, S.T., M.T.
NIDN. 0714067401

Ketua Program Studi Teknik Mesin,



Antonius Prisma Jalu Permana, S.Si., M.Si
NIDN. 0723059202

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

KAJI EKSPERIMENTAL VARIASI MEDIA KARBON UJI SEM DAN TEMPERATUR PADA PELAPISAN *STAINLESS* *STEEL* 316L *PACK CARBURIZING* TERHADAP KONDUKTIVITAS TERMAL DAN LAJU KOROSI

Bidang Material Teknik

Telah dipertahankan di depan Penguji Skripsi Fakultas Teknik Program Teknik
Mesin Universitas Widya Karya Malang dan dinyatakan **lulus** untuk memenuhi
persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) pada:
11 Juli 2025

Disusun Oleh:

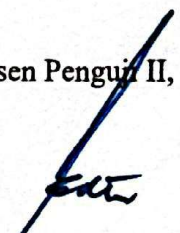
Reinardi Odilian Jahu/202131004

Menyetujui,

Dosen Penguji I

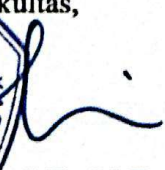
Dosen Penguji II,

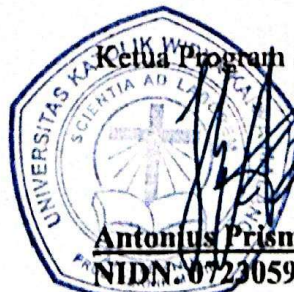

Antonius Prisma Jalu Permana, S.Si., M.Si
NIDN. 0723059202


Dr. Nereus Tugur Redationo, S.T., M.T.
NIDN. 0712057101

Dosen Penguji saksi,


Bernardus Crisanto Putra Mbulu, S.T., M.T
NIDN. 0721088101
Mengetahui,


Dekan Fakultas,

Dr. Sunik, S.T., M.T.
NIDN. 0714067401

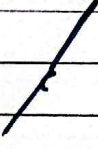
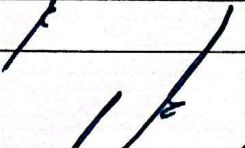
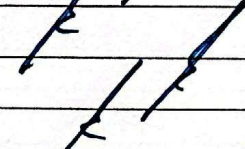
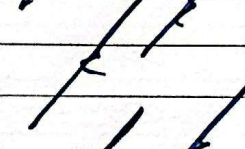
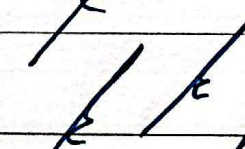
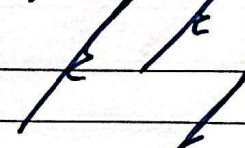
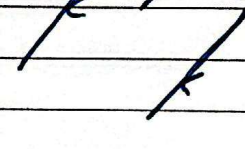
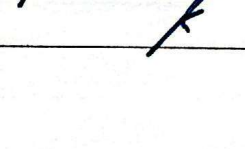

Ketua Program Studi Teknik mesin,

Antonius Prisma Jalu Permana, S.Si., M.Si
NIDN. 0723059202

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Reinardi Odilian Jahu
 Nim : 202131004
 Universitas : Universita Katolik Widya Karya Malang
 Fakultas : Teknik
 Program Studi : Teknik Mesin
 Judul Skripsi : Kaji Eksperimental Variasi Media Karbon Uji SEM Dan Temperatur Pada Pelapisan *Stainless Steel 316L Pack Carburizing* Terhadap Konduktivitas Termal Dan Laju Korosi

Dosen Pembimbing I : Dr. Nereus Tugur Redationo, S.T., M.T.
 Jadwal bimbingan,

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
1	6 Maret 2025	Pengajuan Judul	
2	25 Maret 2025	Revisi Bab I	
3	6 Mei 2025	Revisi Bab II	
4	10 Mei 2025	Revisi Bab II dan III	
5	26 Mei 2025	Revisi Bab III	
6	15 Juni 2025	Perbaikan revisi seminar proposal	
7	8 Juli 2025	Tata tulis Bab I sampai Bab IV	
8	11 Juli 2025	Ujian Komprensif	



Malang, 15 Juli 2025

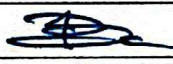
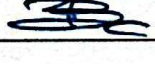
Mengetahui Ketua Program Studi Teknik Mesin

Antonius Prisma Jalu Permana, S.Si., M.Si
 NIDN. 8723059202

LEMBAR ASISTENSI

Nama : Reinardi Odilian Jahu
Nim : 202131004
Universitas : Universita Katolik Widya Karya Malang
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Kaji Eksperimental Variasi Media Karbon Uji SEM Dan Temperatur Pada Pelapisan *Stainless Steel 316L Pack Carburizing* Terhadap Konduktivitas Termal Dan Laju Korosi

Dosen Pembimbing II : Bernardus Crisanto Putra Mbulu, S.T., M.T
Jadwal bimbingan,

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
1	6 Maret 2025	Pengajuan Judul	
2	25 Maret 2025	Revisi Bab I	
3	6 Mei 2025	Revisi Bab II	
4	10 Mei 2025	Revisi Bab II dan III	
5	26 Mei 2025	Revisi Bab III	
6	15 Juni 2025	Perbaikan revisi seminar proposal	
7	8 Juli 2025	Tata tulis Bab I sampai Bab IV	
8	11 Juli 2025	Ujian Komprensif	

Malang, 15 Juli 2025
Mengetahui Ketua Program Studi Teknik Mesin

Antonius Prisma Jalu Permana, S.Si., M.Si.
NIDN. 0723059202

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

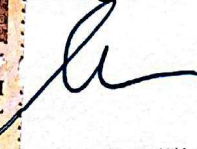
Saya yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan dengan sesungguhnya bahwa skripsi ini yang berjudul “Kaji Eksperimental Variasi Media Karbon Uji SEM Dan Temperatur Pada Pelapisan *Stainless Steel 316L Pack Carburizing* Terhadap Konduktivitas Termal Dan Laju Korosi” merupakan karya tulis asli:

Nama : Reinardi Odilian Jahu
NIM : 202131004
Fakultas : Teknik
Jurusan : Teknik Mesin
Universitas : Universitas Katolik Widya Karya Malang

Demikian surat keterangan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan apabila terdapat kesalahan, saya bersedia untuk menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku.



Malang, 15 Juli 2025


Reinardi Odilian Jahu

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Reinardi Odilian Jahu

NIM : 202131004

Jurusan : Teknik Mesin

Menyatakan memberikan dan menyetujui Hak Bebas *Royalty Non-Eksklusif* atas karya ilmiah saya:

Judul : Kaji Eksperimental Variasi Media Karbon Uji SEM Dan Temperatur Pada Pelapisan *Stainless Steel 316L Pack Carburizing Terhadap Konduktivitas Termal Dan Laju Korosi*

Kepada Perpustakaan Universitas Katolik Widya Karya Malang untuk meyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam pangkalan data, mendistribusikan, serta menampilkannya di internet (Repository UKWK, APTIK Digital Library, RAMA Repository, dll) atau media lain untuk kepentingan akademis selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan bersedia serta menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Perpustakaan Universitas Katolik Widya Karya Malang, segala tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta/plagiarisme dalam karya ilmiah ini.

Malang, 15 Juli 2025



Reinardi Odilian Jahu

KAJI EKSPERIMENTAL VARIASI MEDIA KARBON UJI SEM DAN TEMPERATUR PADA PELAPISAN *STAINLESS STEEL 316L PACK CARBURIZING* TERHADAP KONDUKTIVITAS TERMAL DAN LAJU KOROSI

Reinardi Odilian Jahu, N. Tugur Redationo, B.C. Putra Mbulu
Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Karya, Jl.
Bondowoso No. 2 Malang, 10 Juli 2025

RINGKASAN

Penelitian ini menganalisis karakteristik karbon yang dihasilkan dari tempurung kelapa dan ampas kopi arabika melalui proses pirolisis pada temperatur 1000°C selama 1 jam. Hasil uji SEM menunjukkan bahwa tempurung kelapa mengandung 91,87% karbon, sedangkan ampas kopi arabika mengandung 74,39% karbon, mengindikasikan kandungan karbon yang lebih tinggi pada tempurung kelapa. Selanjutnya, studi ini mengevaluasi pengaruh media karbon tempurung kelapa dan karbon ampas kopi arabika dengan variasi temperatur terhadap konduktivitas termal dan laju korosi pada plat *stainless steel 316L*. Hasil penelitian nilai konduktivitas termal tertinggi untuk karbon tempurung kelapa dan ampas kopi arabika masing-masing adalah 19,06087 W/m°C dan 18,959905 W/m°C, keduanya tercapai pada temperatur 900°C. Peningkatan temperatur pada proses *pack carburizing* secara signifikan meningkatkan kandungan karbon pada *stainless steel 316L*, yang berdampak positif pada peningkatan konduktivitas termal. Pada karbon tempurung kelapa pada suhu 900°C menunjukkan laju korosi terendah sebesar 4,35 mm/tahun, sedangkan pada karbon ampas kopi arabika pada temperatur yang sama memiliki laju korosi 5,81 mm/tahun. Kesimpulannya, pengaruh penambahan karbon dengan variasi temperatur dalam proses *pack carburizing* dapat meningkatkan kekerasan. Laju korosi pada plat *stainless steel 316L* akan semakin rendah karena terdapat kandungan Cr, Ni dan C yang mempengaruhi kekuatan dan tahan temperatur tinggi terlebih lagi nilai kekerasan.

Kata Kunci: Tempurung Kelapa, Ampas Kopi Arabika, Konduktivitas Termal, Kandungan Karbon, *Pack Carburizing*, *Stainless Steel 316L*, Laju Korosi dan Temperatur

EXPERIMENTAL STUDY OF CARBON MEDIA VARIATIONS SEM TEST AND TEMPERATURE ON STAINLESS STEEL 316L PACK CARBURIZING COATING ON THERMAL CONDUCTIVITY AND CORROSION RATE

Reinardi Odilian Jahu, N. Tugur Redationo, B.C. Putra Mbulu
Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Karya, Jl.
Bondowoso No. 2 Malang, 10 Juli 2025

SUMMARY

This study analyzed the characteristics of carbon produced from coconut shells and Arabica coffee grounds through a pyrolysis process at a temperature of 1000°C for 1 hour. The SEM test results showed that coconut shells contained 91.87% carbon, while Arabica coffee grounds contained 74.39% carbon, indicating a higher carbon content in coconut shells. Furthermore, this study evaluated the effect of coconut shell carbon and Arabica coffee grounds carbon with temperature variations on the thermal conductivity and corrosion rate of 316L stainless steel plates. The results of the study showed that the highest thermal conductivity values for coconut shell carbon and Arabica coffee grounds were 19.06087 W/m°C and 18.959905 W/m°C, respectively, both achieved at a temperature of 900°C. Increasing the temperature in the pack carburizing process significantly increased the carbon content in 316L stainless steel, which had a positive impact on increasing thermal conductivity. Coconut shell carbon at 900°C showed the lowest corrosion rate of 4.35 mm/year, while Arabica coffee grounds carbon at the same temperature had a corrosion rate of 5.81 mm/year. In conclusion, the effect of adding carbon with temperature variations in the pack carburizing process can increase hardness. The corrosion rate on 316L stainless steel plate will be lower because it contains Cr, Ni, and C which affect strength and high temperature resistance, especially hardness.

Keywords : *Coconut Shell, Arabica Coffee Grounds, Thermal Conductivity, Carbon Content, Pack Carburizing, Stainless Steel 316L, Corrosion Rate and Temperature*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan Skripsi dengan baik. Penulisan Skripsi ini dilakukan untuk memenuhi tugas akhir S1 Teknik Mesin Universitas Katolik Widya Karya Malang. Untuk itu tidak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Frater Dr. Klemens Mere, S.E., M.Pd., M.M., M.H., M.A.P., M.Ak., M.P., BHK. selaku Rektor Universitas Katolik Widya Karya Malang.
2. Ibu Dr. Sunik, S.T, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Karya Malang.
3. Bapak Antonius Prisma Jalu Permana, S.Si., M.Si. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Katolik Widya Karya Malang.
4. Bapak Dr. Nereus Tugur Redationo, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I dalam membantu, membimbing, mengkritik serta saran untuk menyelesaikan penyusunan Skripsi ini dengan sebaik mungkin
5. Bapak Bernardus Crisanto Putra Mbulu, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing II dalam membimbing, mengeritik serta saran untuk menyelesaikan penyusunan Skripsi ini dengan sebaik mungkin.
6. Bapak Antonius Prisma Jalu Permana, S.Si., M.Si. selaku Dosen penguji

Di samping itu, penulis sadar bahwa Skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang sekiranya dapat kami gunakan untuk perbaikan pada Skripsi ini agar bisa selesai dengan semaksimal mungkin. Akhir kata, semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembacanya

Malang, 15 Juli 2025



Reinardi Odilian Jahu

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL SKRIPSI	i
LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
LEMBAR ASISTENSI	v
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	vi
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vii
KARYA ILMIAH	vii
RINGKASAN	viii
<i>SUMMARY</i>.....	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BIODATA PENULIS.....	xvi
LEMBAR PERUNTUKAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat.....	2
1.6 Sistematika Penyusunan	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA	4
2.1 Penelitian Terdahulu.....	4
2.2 Tempurung Kelapa	4
2.3 Kopi Arabika	5
2.4 Karbon	5
2.5 <i>Stanless Steel</i> 316L.....	6
2.6 <i>Pack Carburizing</i>	7

2.7	Korosi	7
2.8	Pengujian Laju Korosi Dengan Metode Kehilangan Berat	8
2.9	Kalor	9
2.10	Perpindahan panas	9
2.11	Konduktivitas Termal	11
2.12	Uji <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	13
BAB III METODE PENELITIAN		15
3.1	Deskripsi Penelitian	15
3.2	Hipotesis	17
3.3	Metode Penelitian	17
3.4	Diagram Penelitian.....	18
3.5	Jenis Penelitian.....	18
3.6	Objek Penelitian.....	18
3.7	Lokasi penelitian dan Penambilan Data.....	19
3.8	Variabel Penelitian.....	19
3.9	Alat dan Bahan.....	19
3.10	Proses Pengambilan Data.....	23
3.12	Rencana Pengambilan Data	25
3.13	Rencana Diagram.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		28
4.1	Komposisi Dan Struktur Permukaan Pada Media Karbon	28
4.2	Data dan Hasil Uji Temperatur Untuk Konduktivitas Termal	32
4.3	Perhitungan Nilai Konduktivitas Termal.....	33
4.4	Perbandingan Konduktivitas Termal.....	36
4.5	Perhitungan Nilai Laju Korosi	37
4.6	Perbandingan Laju Korosi.....	40
BAB V SIMPULAN DAN SARAN.....		43
5.1	Simpulan.....	43
5.2	Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA		44
LAMPIRAN.....		46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Perpindahan Panas Konduksi <i>Steady State</i>	10
Gambar 2. 2 Uji Pemanasan Spesimen	11
Gambar 2. 3 Uji SEM	13
Gambar 3. 1 Deskripsi Penelitian.....	15
Gambar 3. 2 Diagram Alir	18
Gambar 3. 3 Tungku Pemanas	19
Gambar 3. 4 Kompor Listrik.....	20
Gambar 3. 5 Mortar.....	20
Gambar 3. 6 <i>Mesh</i>	21
Gambar 3. 7 Penjapit.....	21
Gambar 3. 8 Timbangan Digital	22
Gambar 3. 9 Termokopel dan Arduino	22
Gambar 3. 10 Plat <i>Stainless Steel</i> 316L	23
Gambar 3. 11 Karbon Kelapa Dan Kopi.....	23
Gambar 3. 12 Skema Penelitian.....	24
Gambar 3. 13 Contoh Diagram Nilai Konduktivitas Termal.....	27
Gambar 3. 14 Contoh Diagram <i>Weight Loss</i>	27
Gambar 4. 1 Struktur Permukaan Karbon Tempurung Kelapa.....	28
Gambar 4. 2 Kandungan Karbon Pada Tempurung Kelapa.....	28
Gambar 4. 3 Struktur Permukaan Karbon Ampas Kopi Arabika.....	30
Gambar 4. 4 Kandungan Karbon Pada Ampas Kopi Arabika	30
Gambar 4. 5 Perbandingan Konduktivitas Termal.....	36
Gambar 4. 6 Perbandingan Konduktivitas Termal tertinggi	37
Gambar 4. 7 Perbandingan Laju Korosi.....	40

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kandungan Karbon Pada Tempurung Kelapa	5
Tabel 2. 2 Data Kandungan Karbon Pada Ampas Kopi Arabika.....	5
Tabel 2. 3 Komposisi Pada <i>Stainless Steel</i> 316L	7
Tabel 3. 1 Pengukuran <i>Weight Loss</i>	26
Tabel 3. 2 Pengukuran Nilai Konduktivitas Termal	26
Tabel 4. 1 Unsur, Kandungan dan Keterangan Pada Tempurung Kelapa	29
Tabel 4. 2 Unsur, kandungan dan Keterangan karbon Kopi Arabika	31
Tabel 4. 3 Data Massa Plat Sebelum dan Sesudah <i>Pack Carburizing</i>	32
Tabel 4. 4 Data Rata Rata Hasil Uji Temperatur	32
Tabel 4. 5 Hasil Konduktivitas Semua Spesimen	35
Tabel 4. 6 Laju Korosi Pada Karbon Tempurung Kelapa.....	38
Tabel 4. 7 Laju Korosi Pada Karbon Ampas Kopi Arabika	39
Tabel 4. 8 Uji SEM plat <i>stainless steel</i> 316L yang sudah dilapisi karbon.....	42

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Konduktivitas Karbon tempurung Kelapa (900°C)	46
Lampiran 2. Data Konduktivitas Karbon tempurung Kelapa (800°C)	61
Lampiran 3. Data Konduktivitas Karbon tempurung Kelapa (700°C)	77
Lampiran 4. Data Konduktivitas Karbon Ampas Kopi Arabika (900°C)	93
Lampiran 5. Data Konduktivitas Karbon Ampas Kopi Arabika (800°C)	109
Lampiran 6. Data Konduktivitas Karbon Ampas Kopi Arabika (700°C)	125
Lampiran 7. Surat Keterangan Bebas Plagiasi	141

LEMBAR PERUNTUKAN

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan berkat dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
2. Kedua orang tuaku yang aku cintai dan sayangi Alm. Yakobus Jahu dan Maria Ludgardis Jeria yang telah memberikan segala dukungan, semangat, perhatian, doa serta telah mendidik dan membesarkanku dengan limpahan kasih sayang. Terima kasih atas apa yang telah diberikan padaku yang tidak bisa dibandingkan dan digantikan dengan apapun selamanya.
3. Saudara-saudaraku tersayang, kepada Alisia Mersela Harmi Jahu, Joanes Leynardo Jahu dan Gracia Angela Jahu yang telah menasehati, menghibur, memberikan doa, dukungan, dan semangat yang tidak didapatkan dimanapun.
4. Kepada seseorang yang juga penting kehadirannya, Elisabeth Adelia Diana Putri. Terima kasih telah menjadi bagian hidupku. Telah menjadi rumah, pendamping dalam segala hal, menemani, mendukung, menghibur, mendengar keluh kesahku, dan selalu memberi semangat untuk tidak pantang menyerah.
5. Kepada Pak Tugur, Pak BC, Pak Prisma dan Dosen Teknik Mesin lainnya yang telah memberikan ilmu yang bermanfaat, dan selalu sabar dalam mengarahkanku sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
6. Kepada teman-temanku, Wilibad, Akmal, Ama, Angger, Marcel dan teman-teman Jurusan Teknik Mesin lainnya yang selalu membantu dan memberikan dukungan dalam proses penyusunan skripsi ini.