

Re-Design Alat Pembuatan Arang Batok Kelapa untuk Mengurangi Loss Produk dan Meningkatkan Produktivitas [Re-Design of Coconut Shell Charcoal Making Tools to Reduce Product Loss and Increase Productivity]

Ali Adi¹⁾, Wiwik Sulistiyowati^{*,2)}

^{1,2)}Program Studi Teknik Industri, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: wiwik@umsida.ac.id

Abstract. *Coconut shell charcoal production, in general, still faces problems related to production losses, namely, high raw material losses during combustion. The manufacture of coconut shell charcoal still uses simple tools and conventional methods. This contributes to low productivity and high production costs. The purpose of this research is to design new tools to improve the coconut shell charcoal-making process, increase productivity, and provide recommendations for improvement. The method used is a quantitative, comparative approach that compares production parameters, including raw material input, output, process time, lost production, and efficiency. The results of the study showed that in the new tool for making coconut shell charcoal, there was an increase in productivity of 175% and a decrease in production loss of 15% from 60% to 45%. In addition, it also increased the yield from 45% to 50%. This shows that the carbonization process in the manufacture of coconut shell charcoal is optimal and can reduce waste of raw materials and energy. The recommendation for future business continuity for coconut shell charcoal business actors is to adopt a new tool design using a semi-closed kiln system, with air control and heat distribution, and to implement standardized work instructions and quality control to ensure consistent, high-quality products.*

Keywords – *Coconut Shell Charcoal, Loss Production, Productivity.*

Abstrak. Produksi arang batok kelapa pada umumnya masih menghadapi permasalahan terkait *loss production*, yaitu tingginya kehilangan bahan baku akibat proses pembakaran. Pembuatan arang batok kelapa masih menggunakan alat yang sederhana dan metode konvensional. Hal ini berdampak pada rendahnya produktivitas dan tingginya biaya produksi. Tujuan penelitian ini adalah adanya desain alat baru untuk proses pembuatan arang batok kelapa, peningkatan produktivitas, dan pemberian rekomendasi perbaikan. Metode yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif dan komparatif dengan membandingkan parameter produksi meliputi input bahan baku, output, waktu proses dan tingkat kehilangan (*loss production*), serta efisiensi (*yield*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada alat baru pembuatan arang batok kelapa, terdapat peningkatan produktivitas sebesar 175 % dan penurunan loss production sebesar 15 % dari 60 % menjadi 45%. Selain itu, juga meningkatkan yield dari 45 % menjadi 50 %. Hal ini menunjukkan bahwa proses karbonisasi pada pembuatan arang batok kelapa berlangsung optimal dan mampu mengurangi pemborosan bahan baku dan energi. Rekomendasi untuk keberlangsungan usaha ke depannya bagi pelaku usaha arang batok kelapa adalah untuk mengadopsi desain alat baru dengan menggunakan sistem semi-close kiln, dengan penambahan kontrol udara dan distribusi panas, serta adanya instruksi kerja yang terstandarkan dan pengendalian kualitas untuk mendapatkan produk yang berkualitas dan konsisten.

Kata Kunci - *Arang Tempurung Kelapa, Loss Production, Produktivitas*

I. PENDAHULUAN

CV. Karya Mumpuni adalah perusahaan yang bergerak di bidang produksi arang batok kelapa. Perusahaan ini memanfaatkan limbah batok kelapa sebagai bahan baku yang diolah melalui proses karbonisasi untuk menghasilkan arang yang berkualitas. Kelapa merupakan tanaman yang dapat tumbuh dengan baik di daerah tropis. Kelapa dapat tumbuh pada berbagai macam jenis tanah dan iklim serta dapat menghasilkan buah dari usia 7 hingga 60 tahun. Hasil dari tanaman kelapa terbagi ke dalam tiga bagian utama, yaitu buah, batang, dan daun. Setiap bagian kelapa memiliki nilai ekonomis [1]. Tanaman kelapa merupakan tanaman yang memiliki beragam manfaat bagi manusia. Hampir semua bagian dari tanaman kelapa bisa dimanfaatkan, namun tidak semua bagian tanaman ini dimanfaatkan secara maksimal [2].

Salah satu bagian yang sering dianggap limbah adalah batok kelapa, yang sering kali dibuang tanpa dimanfaatkan dengan baik [3]. Batok kelapa merupakan limbah dari kelapa yang kurang bermanfaat atau tidak mempunyai nilai jual. Akan tetapi, jika limbah batok kelapa dapat dimanfaatkan dengan maksimal, maka akan dapat berguna untuk kepentingan masyarakat [4]. Seperti dalam penelitian ini, batok kelapa dapat diolah menjadi arang

melalui perancangan alat pembuatan arang batok kelapa yang bertujuan untuk mengurangi loss produk dan meningkatkan produktivitas. Saat ini, proses produksi arang batok kelapa masih banyak dilakukan secara manual menggunakan tungku kayu bakar dan drum besar sebagai tempat pembakaran. Proses pembakaran yang masih manual ini menyebabkan waktu produksi lebih lama, misalnya, untuk satu drum berkapasitas 30 kg batok kelapa membutuhkan waktu pembakaran yang cukup panjang serta menghasilkan kualitas arang yang tidak konsisten [5]. Permasalahan yang terjadi di perusahaan adalah sulitnya mengatur suhu selama proses pembakaran. Kondisi tersebut menyebabkan meningkatnya loss produk karena pembakaran tidak berlangsung secara merata. Di mana dalam proses produksinya 70 kg per drum, *loss* produk 60% sehingga didapatkan 28 kg. Untuk 1 kg arang batok kelapa dibandrol dengan harga Rp13.000 – Rp16.000 tergantung kualitasnya.

Selama ini, perusahaan mengurangi *loss* produk dengan melakukan uji coba pada beberapa drum dengan teknik berbeda, namun hasil belum optimal. Penelitian ini mengembangkan kiln drum dengan pendekatan metode kuantitatif dan komparatif dengan membandingkan parameter produksi meliputi input bahan baku, output, waktu proses dan tingkat kehilangan (*loss production*), serta efisiensi (*yield*), dengan pendekatan metode *Root Cause Analysis (RCA)* dan analisis produktivitas. Metode *Root Cause Analysis (RCA)* digunakan untuk mengetahui akar penyebab *loss* produk. *RCA* adalah metode langkah demi langkah yang mengarah pada penemuan kesalahan atau akar penyebab [6]. Tujuannya membuat dan menerapkan solusi yang mencegah terjadinya masalah yang berulang-ulang [7]. Dengan diketahuinya akar penyebab masalah *loss production*, tahap selanjutnya akan dilakukan desain alat pembuatan arang batok kelapa. Sedangkan analisis produktivitas adalah konsep utama dalam manajemen untuk mengukur sejauh mana sebuah tim atau individu dalam memproduksi hasil dengan optimal, dengan menggunakan sumber daya yang ada secara efektif dan efisien [8]. Produktivitas merupakan hasil pengukuran suatu kinerja yang memperhitungkan sumber daya yang digunakan [9]. Penelitian Lubis (2025) membuktikan bahwa penerapan *Root Cause Analysis (RCA)* serta modifikasi desain dan penambahan *scraper* pada *cooling tunnel* efektif menurunkan *downtime* dan meningkatkan efisiensi produksi [10].

Berdasarkan penjelasan tersebut, langkah redesign alat pembuatan arang batok kelapa dilakukan sebagai upaya mengurangi *loss* produk dan meningkatkan produktivitas dengan menerapkan metode *RCA* dan analisis produktivitas. Dengan mengintegrasikan metode *RCA* dan analisis produktivitas, diharapkan dapat dihasilkan desain alat pembakaran batok kelapa yang lebih efisien dan memiliki kontrol suhu yang lebih baik, sehingga penerapan desain alat tersebut diharapkan mampu meningkatkan kualitas dan produktivitas arang batok kelapa dari proses pembakaran. Sehingga, tujuan dari penelitian adalah adanya alat produksi arang batok kelapa yang dapat mengurangi *loss* produk dan meningkatkan produktivitas, serta memberikan rekomendasi perbaikan.

II. METODE

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada perusahaan CV Karya Mumpuni yang bergerak dalam produksi arang batok kelapa. Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2025 sampai dengan Maret 2026.

B. Tahapan Penelitian

Pada penelitian ini terdapat beberapa alur yang digunakan sebagai acuan proses berjalannya penelitian, yang dapat dilihat pada Gambar 1 berikut:

1. Studi Pustaka

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan referensi ilmiah yang berkaitan dengan metode *Root Cause Analysis (RCA)* dan analisis produktivitas, Sumber literatur diperoleh dari jurnal, buku, serta publikasi ilmiah lainnya sebagai dasar penyusunan kerangka teori dan metodologi penelitian.

2. Studi Lapangan

Studi lapangan dilakukan dengan observasi langsung terhadap proses produksi arang batok kelapa di perusahaan. Selain itu, dilakukan wawancara dengan pihak perusahaan untuk memperoleh informasi terkait permasalahan yang terjadi.

3. Rumusan Masalah

Berdasarkan data serta temuan pada tahap awal penelitian, dilakukan identifikasi masalah utama yang muncul dalam proses produksi. Perumusan masalah ditujukan untuk memberikan fokus analisis pada perbaikan kualitas produk.

4. Tujuan Penelitian

Tahapan ini bertujuan menetapkan tujuan spesifik penelitian yang selaras dengan permasalahan yang ditemukan, sehingga hasil penelitian dapat terarah dan menghasilkan rekomendasi perbaikan yang tepat.

5. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung, wawancara, serta dokumentasi selama proses pembuatan arang berlangsung. Data

sekunder diperoleh dari dokumen perusahaan, data teknis alat lama, serta referensi ilmiah yang relevan. Data yang dikumpulkan digunakan untuk menentukan kebutuhan desain alat.

6. Pengolahan Data

Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan metode sebagai berikut:

(1) Root Cause Analysis (RCA)

Root Cause Analysis adalah metode langkah demi langkah yang mengarah pada penemuan kesalahan atau akar penyebab [6]. metode RCA atau *Root Cause Analysis* digunakan untuk mencari akar permasalahan dari suatu sistem yang selanjutnya dijadikan faktor prioritas dalam penyelesaian masalah dengan menghasilkan sebuah rekomendasi kebijakan maupun keputusan [11].

(2) Analisis Produktivitas

Produktivitas mencerminkan berhasil tidaknya efektivitas dan efisiensi pemanfaatan sumber daya suatu organisasi [12]. Produktivitas perusahaan manufaktur menjadi salah satu indikator kinerja utama yang menunjukkan kemampuan perusahaan dalam mengubah input menjadi output secara efektif. Sehingga, produktivitas merupakan ukuran kinerja yang menunjukkan perbandingan antara output yang dihasilkan dengan input yang digunakan dalam suatu periode tertentu [13].

Rumus Produktivitas:

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{output yang dihasilkan}}{\text{Input yang dipergunakan}} \dots \dots \dots \text{(Rumus 1)}$$

[14]

(3) Analisis Efisiensi

Efisiensi merupakan kemampuan suatu perusahaan untuk menghasilkan hasil yang diinginkan dengan menggunakan input tertentu, menciptakan output yang diinginkan. Efisiensi dapat didefinisikan sebagai pendekatan untuk mencapai suatu tujuan secara optimal. Tujuannya untuk menghindari pemborosan dan memastikan bahwa pekerjaan dilakukan menggunakan sumber daya yang sesuai [15]. Efisiensi merupakan banyaknya hasil produksi fisik yang dapat diperoleh dari kesatuan faktor produksi atau input [16]. Efisiensi dapat dilihat dari aspek waktu, biaya, tenaga kerja, serta penggunaan mesin dan material [13].

Rumus Efisiensi:

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{output}}{\text{Input}} \times 100 \% \dots \dots \dots \text{(Rumus 2)}$$

[17]

7. Perancangan Alat

Tahap ini berfokus pada perancangan alat pembuatan arang batok kelapa berdasarkan hasil analisis pada tahap sebelumnya. Proses perancangan mencakup pembuatan konsep desain, perhitungan teknis, pemilihan material, serta penyusunan gambar kerja. Desain alat dioptimalkan untuk meminimalkan tingkat loss, mempermudah proses produksi, serta meningkatkan kapasitas output tanpa mengurangi kualitas arang yang dihasilkan [18].

8. Uji Coba Alat Pembuatan Arang Batok Kelapa

Setelah desain alat selesai dibuat, dilakukan uji coba untuk melihat performa alat pembuatan arang batok kelapa pada kondisi nyata. Pengujian mencakup efisiensi pembakaran, kualitas arang yang dihasilkan, konsumsi bahan bakar, waktu produksi, serta tingkat loss produk. Hasil uji coba digunakan untuk menilai apakah alat sudah sesuai dengan tujuan penelitian atau masih memerlukan perbaikan.

9. Hasil dan Pembahasan

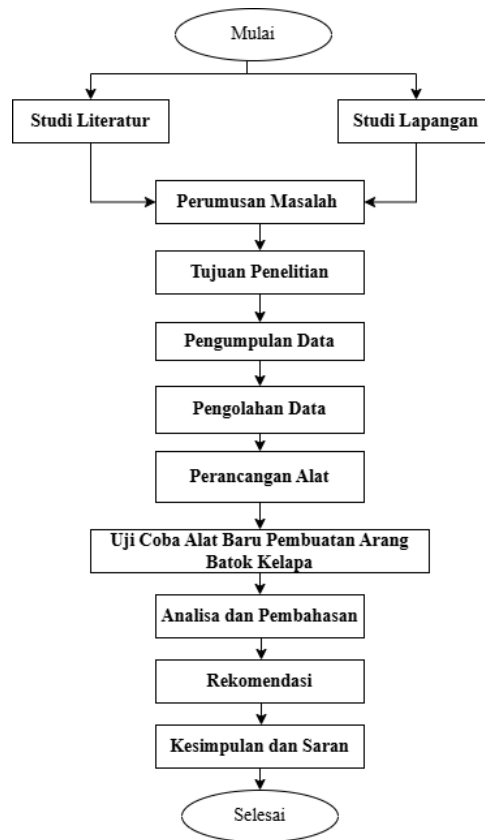
Pada tahap ini disajikan hasil pengujian alat yang telah dilakukan. Hasil tersebut kemudian dianalisis dan dibandingkan dengan proses konvensional atau alat sebelumnya. Pembahasan mencakup peningkatan produktivitas, penurunan loss produk, kelebihan alat, serta aspek teknis lainnya. Analisis dilakukan secara sistematis untuk menilai keberhasilan desain.

10. Rekomendasi

Rekomendasi juga diarahkan pada eliminasi akar permasalahan yang telah diidentifikasi melalui RCA agar perbaikan yang dilakukan bersifat efektif dan berkelanjutan. Hasil rekomendasi ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam penerapan alat pembakaran batok kelapa yang lebih efisien dan konsisten.

11. Kesimpulan dan Saran

Tahap ini berisi rangkuman keseluruhan hasil penelitian, meliputi pencapaian tujuan penelitian, efektivitas desain alat, serta dampaknya terhadap pengurangan loss produk dan peningkatan produktivitas. Saran diberikan sebagai arahan untuk implementasi alat di lapangan serta pengembangan penelitian lanjutan agar hasil yang diperoleh bisa lebih optimal.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

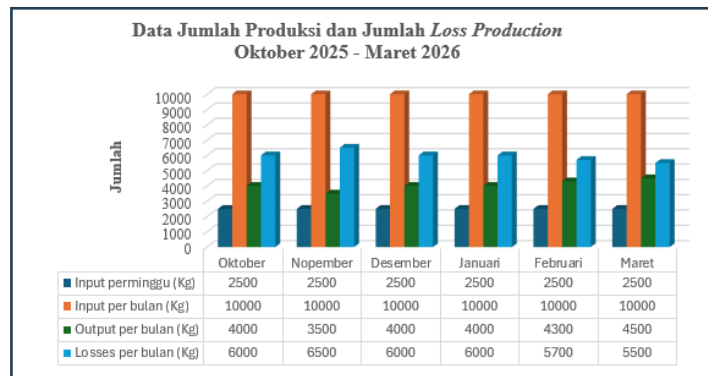
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data

Pada tahap pengolahan data, dilakukan wawancara dan observasi di lapangan kepada pemilik usaha, yaitu Pak Hendra, terkait proses produksi, jumlah produksi, dan jumlah *loss production*. Wawancara dan observasi dilakukan pada bulan Februari sampai Maret 2026. Berikut adalah data yang mencakup jumlah produksi serta persentase pada bulan Oktober 2025 hingga bulan Maret 2026.

Tabel 1. Data Produksi dan Jumlah *Loss Production*

No	Bulan	Penyusutan	Input per minggu (Kg)	Input per bulan (Kg)	Output per bulan (Kg)	Losses per bulan (Kg)
1	Oktober	60%	2.500	10.000	4.000	6.000
2	Nopember	65%	2.500	10.000	3.500	6.500
3	Desember	60%	2.500	10.000	4.000	6.000
4	Januari	60%	2.500	10.000	4.000	6.000
5	Februari	57%	2.500	10.000	4.300	5.700
6	Maret	55%	2.500	10.000	4.500	5.500



Gambar 3. Grafik Data Produksi dan *Jumlah Loss Production*

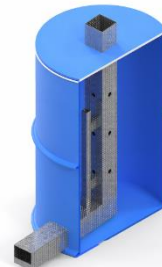
B. Pengolahan Data

Berdasarkan tabel di atas, diketahui jumlah produksi selama 6 bulan sebesar 60.000 kg, dengan output selama 6 bulan sebesar 24.300 kg, sehingga terjadi *loss production* sebesar 35.700 kg, sehingga persentase *loss production* sebesar 59,5 %. Sehingga dengan kondisi jumlah *loss production* tersebut, pada penelitian ini dilakukan perancangan alat pembuatan arang batok kelapa yang bertujuan untuk mengurangi *loss production* saat proses pembakaran, sehingga dapat meningkatkan produktivitas.

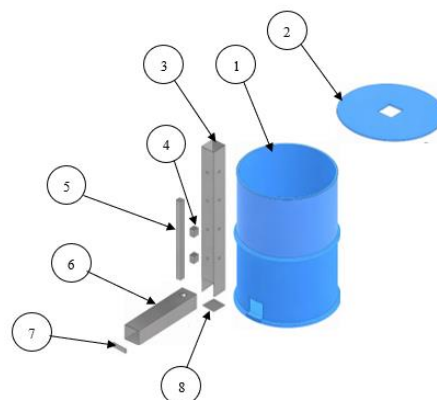
Berdasarkan hasil wawancara dan observasi di lapangan, penyebab terjadinya *loss production* berdasarkan aspek alat adalah cerobong asap utama memiliki beberapa lubang yang menyebabkan bahan baku langsung bersentuhan dengan api, tidak terdapat tempat untuk menyimpan bahan bakar dan saluran distribusi panas yang hanya terdapat satu lubang, sehingga aliran asap pada proses pembakaran tidak keluar dengan lancar ke cerobong asap. Sedangkan pada aspek proses pembakaran, pemberian bahan bakar (oli dan kayu bekas) dilakukan secara manual ke ruang pembakaran. Gambar alat yang digunakan untuk pembuatan arang saat ini terdapat pada gambar 4 dan 5, yaitu pada gambar 4 alat pembuatan arang secara utuh dan gambar 5 yaitu gambar kerangka dalam alat pembuatan arang batok kelapa. Tabel 2 merupakan daftar nama dan fungsi komponen pada desain baru alat pembuatan arang.



Gambar 4. Gambar Kondisi Eksisting Alat Pembuatan Arang Batok Kelapa Secara Utuh



Gambar 5. Gambar kondisi eksisting kerangka dalam alat pembuatan arang batok kelapa



Gambar 6. Gambar Kondisi Eksisting Alat Pembuatan Arang Batok Kelapa Per Komponen

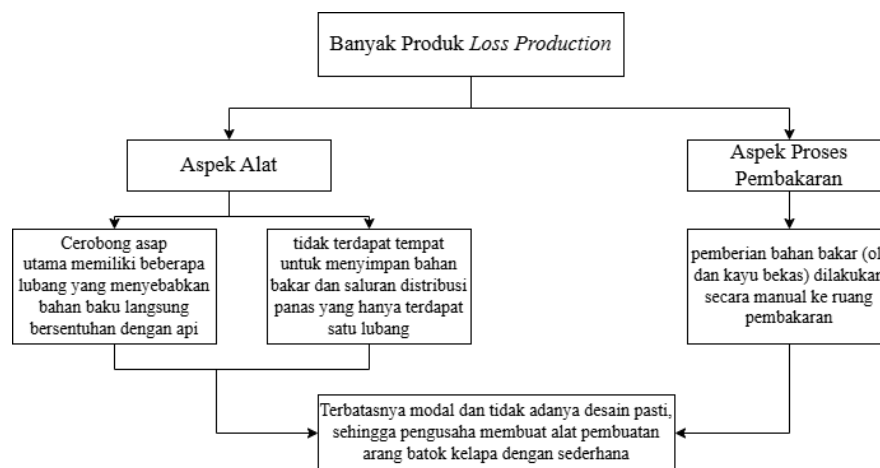
Tabel 2 Nama dan Fungsi Alat Pembuatan Arang Batok Kelapa pada Kondisi Eksisting

No	Nama	Fungsi
1	Drum karbonisasi	Tempat terjadinya proses karbonisasi
2	Tutup drum	Mencegah keluarnya panas secara langsung.
3	Cerobong asap atas	Menyalurkan gas hasil pembakaran ke dalam drum
4	Braket penyangga	Menjaga saluran distribusi panas selama pengoperasian alat
5	Saluran distribusi panas	Menyalurkan gas panas dari ruang pembakaran
6	Ventilasi pembakaran	Jalur masuk udara (oksigen) ke ruang pembakaran
7	Tutup bahan bakar	Memastikan bahan bakar tidak terbuang
8	Tutup ruang pembakaran	Mendukung pembakaran secara merata

Setelah dilakukan observasi dan digambarkan secara 3D pada alat pembuatan arang batok kelapa pada kondisi existing, peneliti menganalisis lebih lanjut. Untuk dapat membuat desain alat pembuatan arang batok kelapa yang baru, peneliti melakukan uji coba pada alat saat ini. Sehingga peneliti mendapatkan beberapa ide untuk membuat alat pembuatan arang batok kelapa baru yang bertujuan mengurangi *loss production*.

C. Perancangan Alat

Berdasarkan hasil uji coba pada alat pembuatan arang batok kelapa, dapat diketahui bahwa akar penyebab permasalahan pada hasil pembakaran arang batok kelapa banyak yang *loss*.



Gambar 7 Root Cause Loss Production proses pembuatan arang batok kelapa

Berdasarkan hasil *root cause analysis*, didapatkan desain alat pembuatan arang batok kelapa dengan adanya beberapa perbaikan dan penambahan pada komponen alat pembuatan arang dan proses pemberian bahan bakar saat pembakaran bersifat otomatis. Tahapan dalam pembuatan alat baru proses pembakaran pembuatan batok arang kelapa terdapat pada Gambar 8 dan penjelasan secara detail sebagai berikut:

Tahapan Kerangka Konseptual Re-Desain Alat Pembuatan Arang Batok Kelapa

1. Input (Masukan)

Tahap input merupakan seluruh sumber daya awal yang diperlukan untuk melakukan kegiatan redesign alat pembakaran arang batok kelapa. Input ini sangat penting karena menentukan keberhasilan tahap proses berikutnya. Input yang baik akan menghasilkan desain alat yang lebih efektif, efisien, dan sesuai kebutuhan industri.

a. Bahan Baku

Bahan baku utama dalam produksi arang adalah batok kelapa. Dalam tahap penelitian, kondisi bahan baku harus diperhatikan karena sangat memengaruhi kualitas pembakaran.

Komponen yang perlu diperhatikan:

- Batok kelapa kering

Batok kelapa harus dalam kondisi kering agar proses karbonisasi berjalan optimal. Batok yang terlalu basah akan menyebabkan proses pembakaran tidak stabil, menghasilkan asap berlebih, serta menurunkan kualitas arang.

- Kadar air bahan baku yang terkontrol
Kadar air merupakan parameter penting dalam karbonisasi biomassa. Umumnya bahan baku perlu memiliki kadar air rendah (sekitar 10–15%). Jika kadar air terlalu tinggi maka:
 - a) energi panas akan banyak digunakan untuk menguapkan air
 - b) proses karbonisasi menjadi tidak efisien
 - c) Kualitas arang menurun.

2. Data dan Informasi Teknis

Data teknis digunakan sebagai dasar dalam melakukan analisis dan perancangan alat.

a. Data kegagalan pembakaran sebelumnya

Data ini meliputi:

- kegagalan pembakaran
- pembakaran tidak merata
- arang yang tidak sempurna
- Waktu karbonisasi terlalu lama.

Data ini membantu mengetahui penyebab utama kegagalan sistem pembakaran.

b. Standar kualitas arang

Standar kualitas digunakan sebagai acuan keberhasilan proses pembakaran, misalnya:

- kadar karbon tetap
- kadar abu
- kadar air arang
- Kekuatan arang.

c. Literatur teknologi karbonisasi

Literatur dari jurnal atau buku teknik digunakan untuk memahami:

- mekanisme karbonisasi biomassa
- desain kiln atau tungku pembakaran
- Teknologi peningkatan efisiensi pembakaran.

3. Sumber Daya Manusia

Proses penelitian membutuhkan beberapa tenaga ahli yang memiliki peran berbeda.

- Pemilik Usaha dan Teknisi Alat / Mesin
Bertugas merancang konsep penelitian, melakukan analisis teknis, serta mengevaluasi hasil pengujian dan bertanggung jawab dalam proses pembuatan alat, perakitan komponen, dan modifikasi desain.
- Leader dan/atau Manajer
Memberikan informasi dan data selama penerapan alat yang telah digunakan dan informasi terkait redesain alat yang akan dimodifikasi.
- Operator produksi
Operator berperan dalam menjalankan alat pembakaran serta memberikan informasi praktis mengenai proses produksi di lapangan.

4. Peralatan Penelitian

Peralatan digunakan untuk mengukur parameter penting dalam proses pembakaran.

- a. Moisture meter (alat ukur kadar air)
Digunakan untuk mengetahui kadar air batok kelapa sebelum proses pembakaran.
- b. Alat ukur temperatur
Digunakan untuk memantau temperatur di dalam ruang pembakaran. Temperatur sangat menentukan keberhasilan karbonisasi.

- c. Alat uji kualitas arang
Digunakan untuk mengetahui kualitas arang yang dihasilkan seperti:
- kadar karbon
 - kadar abu
 - Kekuatan arang.

5. Pendanaan dan Fasilitas

Untuk menerapkan re-desain alat membutuhkan dukungan fasilitas.

- a. Bengkel pembuatan alat
Digunakan untuk proses fabrikasi alat pembakaran seperti pemotongan logam, pengelasan, dan perakitan.
- b. Gudang penyimpanan bahan baku
Digunakan untuk menyimpan batok kelapa agar terlindungi dari hujan dan kelembapan.
- c. Area uji pembakaran
Lokasi khusus yang digunakan untuk melakukan pengujian alat pembakaran secara aman.

2. Proses

Tahap proses merupakan inti dari kegiatan redesign alat pembakaran arang batok kelapa. Pada tahap ini dilakukan kegiatan analisis, perancangan, pengujian, dan evaluasi alat.

a. Identifikasi Masalah

Tahap ini bertujuan untuk memahami secara menyeluruh penyebab kegagalan proses pembakaran.

Kegiatan yang dilakukan:

- (1) Analisis penyebab kegagalan pembakaran
mengidentifikasi faktor yang menyebabkan pembakaran tidak optimal seperti:
 - bahan baku terlalu basah
 - ventilasi udara tidak memadai
 - Distribusi panas tidak merata.
- (2) Identifikasi kelemahan alat sebelumnya
Beberapa kelemahan yang sering ditemukan pada alat tradisional antara lain:
 - tidak adanya kontrol udara
 - ruang pembakaran tidak kedap
- (3) Analisis kadar air bahan baku
Dilakukan pengukuran kadar air batok kelapa untuk mengetahui pengaruhnya terhadap proses karbonisasi.

b. Perancangan Desain Alat

Pada tahap ini dilakukan proses perancangan ulang alat pembakaran untuk meningkatkan efisiensi.

Perbaikan desain dapat meliputi:

- (1) Desain ulang ruang pembakaran
Ruang pembakaran dirancang agar panas dapat tersebar merata sehingga proses karbonisasi lebih optimal.
- (2) Sistem ventilasi udara
Ventilasi berfungsi mengatur suplai oksigen dalam proses pembakaran.
- (3) Sistem kontrol temperatur
Pengaturan temperatur penting untuk menjaga agar proses karbonisasi berlangsung stabil.

c. Uji coba dan Analisis Teknis

Sebelum alat dibuat, dilakukan analisis teknis untuk memastikan desain dapat bekerja dengan baik.

Kegiatan analisis meliputi:

- (1) Analisis aliran panas
Mempelajari bagaimana panas menyebar dalam ruang pembakaran.
- (2) Efisiensi pembakaran
Menghitung seberapa efektif energi panas digunakan dalam proses karbonisasi.

- (3) Distribusi panas
Memastikan panas merata di seluruh bagian ruang pembakaran.

d. Pembuatan Prototipe Alat

Setelah desain selesai, tahap berikutnya adalah membuat prototipe alat pembakaran.

Kegiatan yang dilakukan:

- (1) Fabrikasi alat pembakaran
Meliputi pemotongan material, pengelasan, dan perakitan komponen.
Instalasi komponen utama
Komponen seperti:
- ruang pembakaran
 - ventilasi udara
 - cerobong asap
 - tempat bahan bakar.

e. Uji Coba Alat

Tahap ini bertujuan untuk mengetahui kinerja alat yang telah dibuat.

Kegiatan pengujian meliputi:

- (1) Pengujian pembakaran batok kelapa
Batok kelapa dimasukkan ke dalam alat untuk dilakukan proses karbonisasi.
- (2) Waktu karbonisasi
Pengujian dilakukan untuk mengetahui:
- distribusi panas maksimum
 - waktu pembakaran
 - stabilitas proses.
- (3) Analisis kualitas arang
Arang yang dihasilkan dianalisis untuk mengetahui kualitasnya.

f. Evaluasi dan Perbaikan Desain

Tahap ini merupakan tahap evaluasi terhadap hasil pengujian.

Kegiatan yang dilakukan:

- (1) Analisis hasil uji
Data hasil pengujian dibandingkan dengan standar kualitas arang.
- (2) Modifikasi desain jika diperlukan
Jika hasil belum optimal, dilakukan perbaikan desain seperti:
- perubahan ukuran ventilasi
 - perubahan bentuk ruang pembakaran
 - Peningkatan sistem distribusi panas

3. Output

Output merupakan hasil langsung dari kegiatan re-desain alat.

Output yang dihasilkan antara lain:

1. Desain alat pembakaran arang yang lebih efisien
Desain baru yang mampu meningkatkan efisiensi proses karbonisasi.
2. Prototipe alat pembakaran yang telah diuji
Alat pembakaran telah melalui tahap pengujian teknis.
3. Standar operasional prosedur (SOP) pembakaran
Dokumen panduan penggunaan alat pembakaran.
4. Data hasil pengujian kualitas arang
Data ilmiah mengenai performa alat.

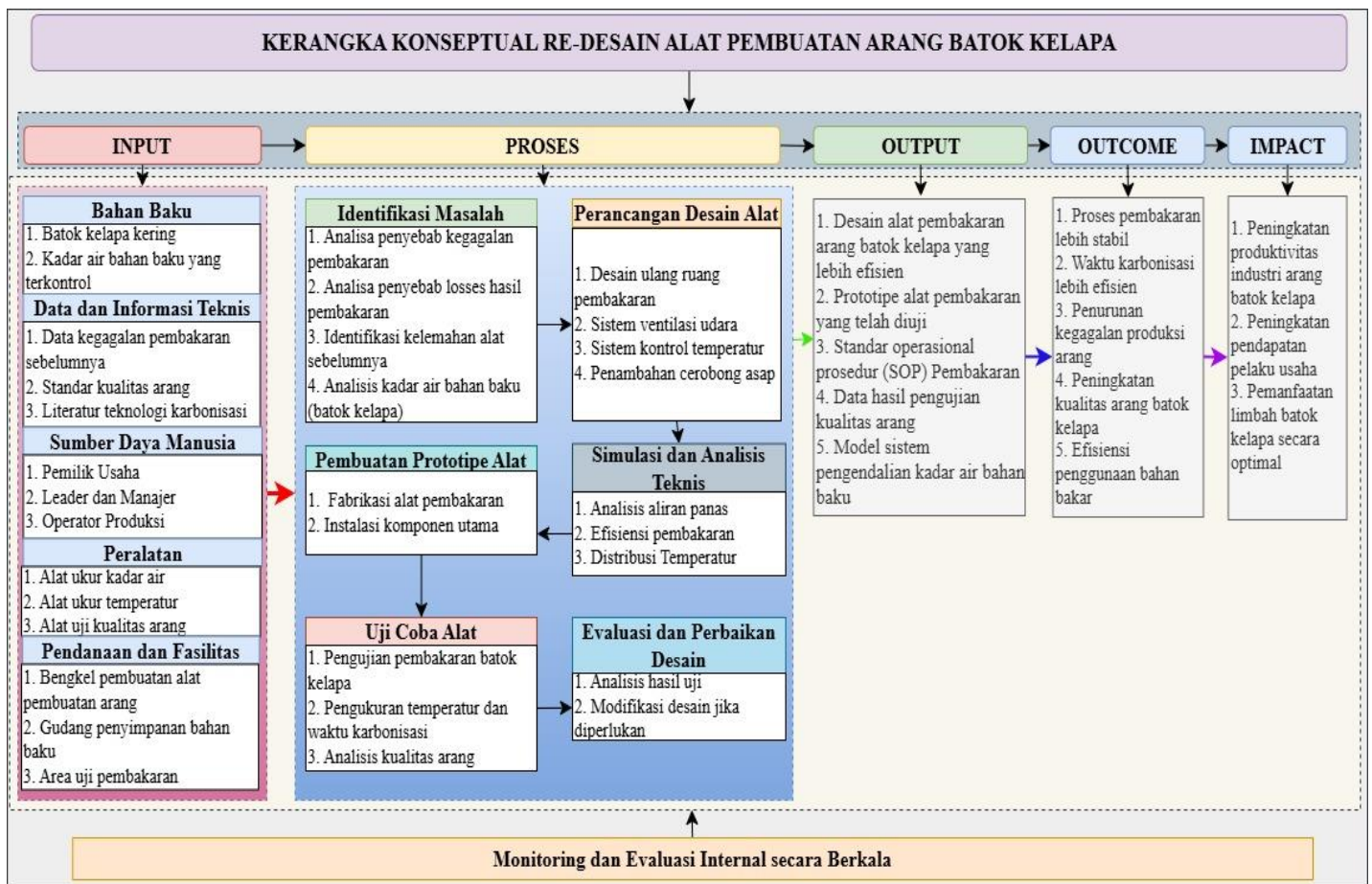
- Model sistem pengendalian bahan bakar
Sistem pengendalian bahan bakar yang otomatis

4. Outcome

Outcome merupakan manfaat yang diperoleh setelah teknologi mulai diterapkan dalam kegiatan produksi.

Manfaat yang diharapkan antara lain:

- proses pembakaran menjadi lebih stabil
- waktu karbonisasi lebih singkat
- kegagalan produksi berkurang
- kualitas arang meningkat
- Penggunaan bahan bakar menjadi lebih efisien.

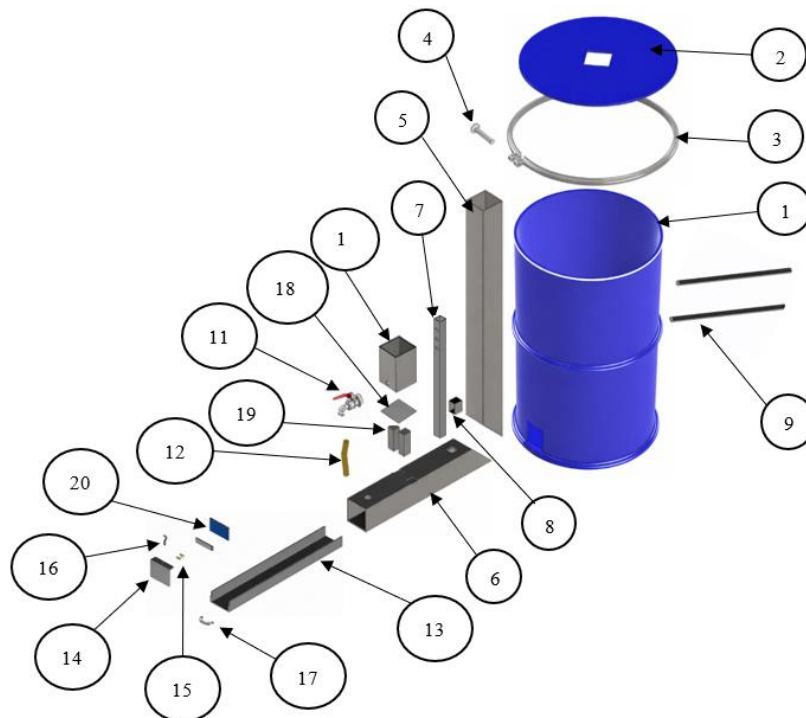


Gambar 8 Kerangka konseptual Redesain alat pembuatan arang batok kelapa

Gambar 9 dan 10 merupakan desain atau perancangan alat pembuatan arang batok kelapa. Tabel 3 merupakan daftar nama dan fungsi komponen pada desain baru alat pembuatan arang.



Gambar 9 Gambar Desain Baru alat pembuatan arang batok kelapa



Gambar 10 Desain Alat Pembuatan Arang Batok Kelapa dengan Komponen-komponenya

Tabel 3 Nama dan fungsi masing-masing komponen pada desain alatpembuatan arang batok kelapa

No	Nama	Fungsi
1	Drum karbonisasi	Tempat terjadinya proses karbonisasi material menjadi arang melalui pembakaran tidak langsung.
2	Tutup drum	Menutup bagian atas drum untuk menjaga kestabilan suhu dan mencegah keluarnya panas secara langsung.
3	Clamp pengunci tutup drum	Mengunci tutup drum agar tetap rapat selama proses pembakaran berlangsung.
4	Baut pengunci clamp	Mengunci clamp agar tetap rapat selama proses pembakaran berlangsung.
5	Cerobong asap	Menyalurkan gas hasil pembakaran ke luar drum serta menghasilkan tarikan udara alami untuk menstabilkan proses pembakaran.
6	Ventilasi pembakaran	Jalur masuk udara (oksigen) ke ruang pembakaran untuk mendukung serta mengontrol proses pembakaran.
7	Saluran distribusi panas	Menyalurkan gas panas dari ruang pembakaran ke ruang karbonisasi agar pemanasan material berlangsung merata, serta menjadi pembuangan gas atau asap.

8	Braket penyangga Saluran distribusi panas	Menopang dan menjaga kestabilan posisi Saluran distribusi panas selama pengoperasian alat.
9	Braket penyangga cerobong	Menopang dan menjaga kestabilan posisi cerobong selama pengoperasian alat.
10	Ruang bahan bakar	Tempat penempatan bahan bakar (Oli, minyak jelantah).
11	Katup pengatur aliran bahan bakar	Mengatur jumlah bahan bakar yang masuk ke ruang pembakaran.
12	Saluran bahan bakar	Mengalirkan bahan bakar dari ruang bahan bakar ke ruang pembakaran.
13	Ruang pembakaran	Tempat terjadinya proses pembakaran bahan bakar sebagai sumber panas.
14	Tutup atas ruang pembakaran	Posisi terbuka berfungsi udara masuk untuk mengoptimalkan proses pembakaran. Posisi tertutup untuk mengoptimalkan proses karbonisasi setelah proses pembakaran.
15	Engsel tutup ruang pembakaran	Mekanisme putar yang memudahkan pembukaan dan penutupan ruang bakar.
16	Pin pengunci tutup ruang pembakaran	Pengunci mekanis yang menjaga tutup ruang pembakaran tetap tertutup.
17	Pegangan ruang pembakaran	Memudahkan operasional ruang pembakaran secara aman dan terkontrol.
18	Tutup dasar ruang bahan bakar	Menutup bagian bawah ruang bahan bakar untuk mencegah tumpahan bahan bakar selama pengoperasian.
19	Braket penyangga ruang bahan bakar	Menopang dan menjaga kestabilan posisi ruang bahan bakar agar tetap kokoh selama proses pembakaran berlangsung.
20	Tutup depan dan tutup belakang ruang bakar	Menjaga agar bahan bakar tidak tumpah selama proses pengisian dan penggunaan.

D. Uji Coba Alat Pembuatan Arang Batok Kelapa

Setelah desain selesai, tahap selanjutnya adalah uji coba alat baru untuk pembuatan arang batok kelapa. Berdasarkan Tabel 4, yang merupakan hasil uji coba alat lama dan baru, terjadi peningkatan efektivitas dan produktivitas dalam sekali produksi.

Tabel 4 Hasil Uji Coba Alat Baru Pembuatan Arang

Parameter	Alat Lama	Alat Baru
Input (Batok Kelapa)	60 Kg	60 Kg
Output (Arang Batok Kelapa)	24 Kg	33 Kg
Loss Production	60 %	45 %
Waktu	3 Jam	1.5 Jam

Berdasarkan Tabel 4, dapat dilakukan analisis:

1) Analisis Produktivitas

Berdasarkan hasil uji coba pada desain alat baru untuk pembuatan arang batok kelapa berdasarkan output per jam yaitu meningkat 175 % dengan perhitungan pada rumus 1, sebagai berikut:

$$(a) \text{ Alat Lama} = 24 / 3 = 8 \text{ Kg / Jam}$$

$$(b) \text{ Alat Baru} = 33 / 1.5 = 22 \text{ Kg/Jam}$$

$$\text{Sehingga terdapat peningkatan produktivitas} : = \frac{22-8}{8} \times 100 \% = 175\%$$

Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan alat baru dapat menghasilkan produk arang batok kelapa yang hampir 3x lebih cepat.

2) Analisis Efisiensi

Berdasarkan hasil uji coba pada desain alat baru untuk pembuatan arang batok kelapa berdasarkan efisiensi material (**yield**) sesuai rumus 2, sebagai berikut:

(a) Alat Lama

$$= 24 / 60 \times 100 \% = 40 \%$$

(b) Alat Baru

$$= 33 / 60 \times 100 \% = 55 \%$$

$$\text{Sehingga terdapat peningkatan efisiensi sebesar} : 55 \% - 40 \% = 15 \%$$

Hal ini menunjukkan bahwa efisiensi meningkat sebesar 15 %, dengan adanya penurunan loss dari 60 % menjadi 45%. Sehingga dengan lebih banyak bahan baku yang menjadi produk arang batok kelapa, dan limbah proses produksi berkurang.

3) Analisis Efektivitas

Berdasarkan hasil uji coba pada desain alat baru untuk pembuatan arang batok kelapa, efektivitas dilihat dari pencapaian target produksi (yield), waktu proses pembakaran, dan kualitas output. Hasil uji coba menunjukkan bahwa terdapat penurunan waktu proses pembakaran sebesar 50%, dari 3 jam menjadi 1,5 jam. Selain itu, berkurangnya loss production berdampak pada kenaikan output sebesar 37,5 %, yaitu dari 24 kg menjadi 33 kg. Sehingga dapat disimpulkan bahwa alat baru untuk pembakaran arang batok kelapa lebih cepat, lebih banyak produksi dan lebih konsisten terkait kualitas dan kuantitas, sehingga efektivitas meningkat secara signifikan.

E. Hasil dan Pembahasan

Hasil uji coba pada alat lama dan alat baru pada pembuatan arang batok kelapa menunjukkan peningkatan produktivitas. Dengan input bahan baku yang sama, baik alat lama maupun alat baru, yaitu 60 kg, alat lama hanya mampu menghasilkan 24 kg arang dalam waktu 3 jam atau sekitar 8 kg/jam. Sedangkan dengan menggunakan alat baru dihasilkan 33 kg arang hanya dalam 1,5 jam, atau setara dengan 22 kg/jam. Hal ini menunjukkan peningkatan produktivitas hingga sekitar 175%, yang berarti alat baru dapat menghasilkan output produk arang yang baik tiga kali lipat dari alat lama. Peningkatan output dan menurunnya *loss production* menunjukkan adanya perbaikan desain alat untuk pembuatan arang batok kelapa yang lebih optimal, baik dari segi distribusi panas.

Berdasarkan aspek efisiensi, hasil uji coba alat baru menunjukkan efisiensi produksi arang batok kelapa meningkat sebesar 15 % (dari 60 % pada alat lama menjadi 55% pada alat baru). Hal ini mengindikasikan terjadi penurunan loss production sebesar 15 % dari 60% menjadi 45%. Dengan adanya penurunan material, hal ini menjelaskan bahwa proses karbonisasi pada alat baru lebih terkendala, sehingga bahan baku menjadi output yang lebih banyak. Selain itu, dari aspek waktu, dengan menggunakan alat baru, lebih cepat matang, yaitu berkurang sampai 50 % dari 3 jam pada alat lama menjadi 1,5 jam pada alat baru. Dengan adanya penurunan waktu proses pembakaran, dapat dilakukan penghematan energi dan tenaga kerja. Dengan demikian, alat baru lebih hemat terhadap bahan baku dan lebih efisien dalam penggunaan waktu dan sumber daya.

Dari aspek efektivitas dan dampaknya terhadap keberlangsungan usaha, alat baru memberikan keuntungan baik secara ekonomi maupun operasional. Peningkatan output berpotensi meningkatkan pendapatan, sementara kapasitas produksi juga meningkat secara signifikan karena waktu proses pembakaran arang batok kelapa lebih singkat, yaitu dari 3 jam menjadi 1,5 jam. Selain itu, menurunnya loss production berdampak positif pada lingkungan dan penggunaan energi. Oleh karena itu, pelaku usaha disarankan untuk menggunakan teknologi pada alat baru dengan tetap memperhatikan aspek teknis, yaitu pengendalian suhu, kualitas bahan baku dengan kadar air rendah, dan penerapan sistem pembakaran semi-pirolisis. Sehingga strategi pengembangan untuk usaha ke depan dapat diarahkan pada peningkatan skala produksi dan pemanfaatan limbah produksi pembuatan arang batok kelapa. Limbah tersebut antara lain: asap cair dapat dimanfaatkan sebagai bahan pestisida dan pengawet makanan, limbah debu arang batok kelapa dapat digunakan sebagai briker dan dupa. Hal ini mendukung penerapan prinsip ekonomi sirkular.

F. Rekomendasi

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan, rekomendasi teknis yang dapat diberikan kepada pelaku usaha pembuatan arang batok kelapa untuk dapat meningkatkan produktivitas, efektivitas, dan efisiensi yaitu:

- a) Desain Alat
Dengan menggunakan sistem semi / *close kiln* dengan menambahkan kontrol udara dan distribusi panas.
- b) Proses Pembakaran
Dengan menggunakan metode pirolisis terkendali, sehingga menghindari pembakaran terbuka [19].
- c) Kualitas Bahan Baku
Dengan menggunakan bahan baku batok kelapa kadar air rendah dengan ukuran yang seragam.
- d) Standarisasi Produksi
Dengan menyusun instruksi kerja dan standar operasional prosedur proses pembakaran arang batok kelapa, serta adanya proses pengendalian kualitas.

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan terkait alat baru pembuatan arang batok kelapa, terdapat peningkatan produktivitas sebesar 175 % dan penurunan loss production sebesar 15 % dari 60 % menjadi 45%. Selain itu, juga

meningkatkan yield dari 45 % menjadi 50 %. Hal ini menunjukkan bahwa proses karbonisasi pada pembuatan arang batok kelapa berlangsung optimal dan mampu mengurangi pemborosan bahan baku dan energi. Rekomendasi untuk keberlangsungan usaha ke depannya bagi pelaku usaha arang batok kelapa adalah untuk mengadopsi desain alat baru dengan menggunakan sistem semi-close kiln, dengan penambahan kontrol udara dan distribusi panas, serta adanya instruksi kerja yang terstandarkan dan pengendalian kualitas untuk mendapatkan produk yang berkualitas dan konsisten.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Universitas Muhammadiyah Sidoarjo dan CV. Karya Mumpuni yang telah menjadi tempat pelaksanaan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] K. Gefalro, A. Widyasanti, and A. Nanda, "Pengaruh Proses Pembekuan Daging Kelapa (*Cocos nucifera* L .) Terhadap Karakteristik Produk Kelapa Parut Kering Effect Of Freezing Coconut (*Cocos nucifera* L .) Meat on The Desiccated Coconut Characteristics," *JKPTB*, vol. 11, no. 2, pp. 168–175, 2023.
- [2] R. A. Pratiwi and A. B. Senna, "Potensi Ampas Kelapa untuk Meningkatkan Pendapatan Petani di Kabupaten Manokwari Papua Barat Kabupaten Manokwari merupakan salah," vol. 12, no. 2, pp. 48–58, 2021.
- [3] S. Sudarsono and D. Gunadi, "Pemanfaatan batok kelapa untuk briket aroma," *Abdimas*, vol. 6, no. 1, pp. 422–425, 2025.
- [4] R. M. Yuniastuti and J. Nasyaroeka, "Kreativitas Memanfaatkan Limbah Batok Kelapa Pada Ibu-Ibu Rumah Tangga," *JAMS*, vol. 5, no. 01, pp. 1–10, 2024.
- [5] R. P. Sari and D. T. Santoso, "Penerapan alat burner berbahan bakar oli bekas dan mesin briket sebagai upaya peningkatan produktivitas usaha arang batok kelapa melalui edukasi kesehatan dan keselamatan kerja," *JMM*, vol. 5, no. 6, pp. 4–12, 2021.
- [6] D. Redantan, "MENGEVALUASI PENYEBAB MATERIAL SHORTAGE DENGAN MENGGUNAKAN METODE ROOT CAUSE ANALYSIS (RCA)," *PROFISIENSI*, vol. 11, no. 1, pp. 99–106, 2023.
- [7] I. A. Sidikiyah and K. Muhammad, "E-ISSN : 2746-0835 Volume 3 No 2 (2022) JUSTI (Jurnal Sistem Dan Teknik Industri) ANALISIS DEFECT PADA PROSES PEMBUATAN KAYU LAPIS DENGAN METODE STATISTICAL PROCESS CONTROL (SPC) DAN ROOT CAUSE ANALYSIS E-ISSN : 2746-0835 Volume 3 No 2 (2022) JU," *JUSTI*, vol. 3, no. 2, pp. 267–274, 2022.
- [8] D. F. Prayogi, "Analisis produktivitas kerja karyawan pada pt x," *Akad. Ekon. Dan Manaj.*, vol. 2, no. 2, pp. 730–740, 2025.
- [9] L. M. A. Lestari, "Upaya Peningkatan Produktivitas Karyawan pada PT . Mahavhira Lintas Raya Program Studi Manajemen Fakultas Ekonomi Dan Bisnis," *Nuansa*, vol. 2, no. 3, 2024.
- [10] A. R. Lubis, "JURNAL TEKNIK INDUSTRI JURNAL TEKNIK INDUSTRI," *Tek. Ind.*, vol. 1, no. 1, pp. 157–163, 2025.
- [11] W. Widhianingsih and H. C. Wahyuni, "Strategi Peningkatan Kualitas Sepatu dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis , Grey Relational Analysis , dan Root Cause Analysis," *Innov. Technol.*, vol. 3, no. 3, pp. 1–17, 2024.
- [12] I. S. Kurniawan, "Peningkatan Produktivitas: Peran Kemampuan, Lingkungan, dan Motivasi Pada Azzahra Moslem Wear Yogyakarta," *produktivitas*, vol. 8, pp. 296–304, 2021.
- [13] N. A. Putri, "Analisis Efisiensi Proses Produksi dalam Meningkatkan Produktivitas Perusahaan Manufaktur Jurnal Sains dan Teknologi," *Sains dan Teknol.*, vol. 2, no. 2, pp. 97–102, 2025.
- [14] M. Waluyo, *Produktivitas untuk teknik industri*, 1st ed. Dian Samudra, 2008.
- [15] F. Jannah, "ANALISIS EFISIENSI BIAYA PRODUKSI PADA PERUSAHAAN PANDU MULYA," *Ilm. Mhs. Akunt. Univ. TULUNGAGUNG*, vol. 3, no. 2, p. 9, 2023.
- [16] A. A. Isnaini, "Analisis Efisiensi Teknis dan Efisiensi Ekonomis Usahatani Kentang di Kecamatan Sukapura Kabupaten Probolinggo," *Pemikir. Masy. Ilm. Berwawasan Agribisnis*, vol. 11, p. 11, 2025.
- [17] H. C. WAHYUNI, *ANALISA PRODUKTIVITAS*. SIDOARJO: UMSIDA Press, 2017.
- [18] D. H. Putra and W. Widiasih, "Design and Build of Broom Handle Cutter and Shaper to Improve Production Efficiency and Working Time Rancang Bangun Alat Pemetong dan Pembentuk Gagang Sapu untuk Meningkatkan Efisiensi Produksi dan Waktu Kerja," *Prozima*, vol. 8, no. 2, pp. 84–96, 2024.
- [19] K. Ridhuan, D. Irawan, and R. Inthifawzi, "Proses Pembakaran Pirolisis dengan Jenis Biomassa dan Karakteristik Asap Cair yang Dihasilkan," *Progr. Stud. Tek. Mesin UM Metro*, vol. 8, no. 1, pp. 69–78, 2019.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.