

ALAT PENYARING SARI KEDELAI OTOMATIS UNTUK PRODUKSI TAHU PADA IKM TAHU ECO

Safina Naza¹, Tania Eka Putri², Muhammad Afif Ridwan³, Muhammad Iqtada Aliyyuddin Hanif⁴, Wiwiek Fatmawati⁵

Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Sultan Agung¹⁻⁵

Email: 31602200075@std.unissula.ac.id¹, 31602200078@std.unissula.ac.id²,
31602200055@std.unissula.ac.id³, 31602200057@std.unissula.ac.id⁴, wiwiek@unissula.ac.id⁵

Informasi

Abstract

Volume : 3
Nomor : 5
Bulan : Mei
Tahun : 2026
E-ISSN : 3062-9624

Proses penyaringan tahu di IKM Tahu ECO masih dilakukan secara manual sehingga membutuhkan tenaga fisik besar, memakan waktu, dan berpotensi menimbulkan risiko ergonomi serta inkonsistensi mutu. Penelitian ini bertujuan merancang alat penyaring tahu otomatis yang lebih efisien, ergonomis, aman, dan higienis dengan menggunakan pendekatan metode Research and Development (R&D) serta mempertimbangkan aspek Product Design & Development (PDD). Pengumpulan data dilakukan melalui observasi proses produksi, pengukuran antropometri operator, serta analisis kebutuhan teknis dan sanitasi. Hasil perancangan menghasilkan alat dengan struktur ergonomis setinggi 100 cm, sistem mekanis berbasis motor listrik dan transmisi pulley-V-belt, serta saringan stainless steel food grade. Analisis ekonomi menunjukkan total biaya produksi sebesar Rp 2.350.000 dengan harga jual Rp 2.920.000 dan margin keuntungan 20%, sehingga alat dinyatakan layak secara ekonomis. Dari aspek keselamatan, alat telah dilengkapi panel listrik terisolasi, manajemen kabel, pelindung mesin, serta material yang higienis. Pengujian menunjukkan bahwa alat mampu mempercepat proses penyaringan, meningkatkan efisiensi tenaga kerja, dan menghasilkan kualitas sari kedelai yang lebih konsisten dibanding metode manual. Secara keseluruhan, alat penyaring tahu otomatis ini dinilai efektif untuk meningkatkan produktivitas IKM, memperbaiki ergonomi kerja, serta memenuhi standar keamanan pangan.

Kata Kunci: Alat Penyaring Tahu Otomatis, Desain Produk, IKM Tahu ECO, Proyek Perancangan

A. PENDAHULUAN

Tahu merupakan salah satu produk olahan kedelai yang sangat populer di Indonesia dan menjadi sumber protein nabati yang penting bagi masyarakat. Pada IKM TAHU ECO, proses produksi tahu telah berlangsung secara turun-temurun dengan mengandalkan metode tradisional yang telah terbukti menghasilkan produk berkualitas. Tahapan krusial dalam proses pembuatan tahu adalah penyaringan sari kedelai dari ampasnya. Tahapan ini menentukan kualitas dan kuantitas sari kedelai yang akan diolah menjadi tahu, sehingga efisiensi dan konsistensi dalam proses ini sangat mempengaruhi hasil akhir produksi. Proses

penyaringan sari kedelai di IKM TAHU ECO masih dilakukan secara manual, dengan menggunakan kain saring dan tekanan tangan. Metode ini meskipun tampak sederhana, memiliki beberapa kendala signifikan.

Proses penyaringan manual memerlukan tenaga fisik yang besar dari pekerja, yang dapat menyebabkan kelelahan dan potensi cedera. Aktivitas ini termasuk dalam kategori *Manual Material Handling* (MMH), yang dapat memberikan fleksibilitas dalam ruang kerja terbatas, tetapi juga meningkatkan risiko ergonomis (Sunarso, 2010). Ketika permintaan pasar meningkat, keterbatasan waktu proses ini menjadi *bottleneck* yang menghambat kemampuan untuk memenuhi pesanan dalam jumlah besar, konsistensi hasil penyaringan menjadi tantangan utama, karena kualitas dan kuantitas sari kedelai yang dihasilkan sangat bergantung pada faktor manusia, seperti tingkat kelelahan dan keterampilan operator. Hal ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa metode kerja manual dapat menurunkan produktivitas dan meningkatkan risiko cedera (Hendrawan et al., 2021).

Untuk mengatasi berbagai permasalahan tersebut, IKM TAHU ECO mengembangkan alat penyaring tahu otomatis yang dirancang khusus untuk menggantikan proses manual dengan sistem mekanis yang lebih efisien dan ergonomis. Alat ini menggunakan teknologi vibrating dengan tenaga dinamo, memungkinkan proses pemisahan antara sari kedelai dan ampasnya dilakukan dengan cara yang lebih cepat, merata, dan higienis.

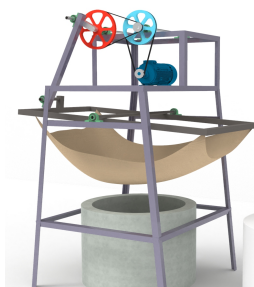
LANDASAN TEORI

2.1 Perancangan

Perancangan dalam konteks industri kecil dan menengah (IKM) memiliki karakteristik unik yang membedakannya dari perancangan di industri besar. Dalam IKM, setiap langkah dalam proses perancangan harus mempertimbangkan keterbatasan sumber daya, baik itu dari segi finansial, teknologi, maupun tenaga kerja. Dalam pembuatan alat penyaring tahu otomatis, penting untuk melibatkan para pengrajin tahu dalam proses perancangan.

2.2 Produk Pesaing

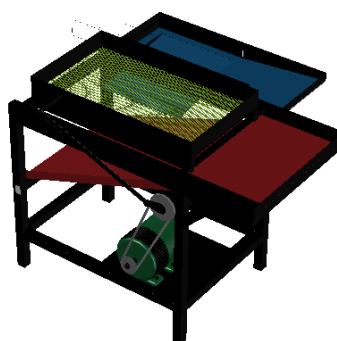
Dapat dilihat pada Gambar 2.1 yang merupakan produk pesaing dari alat penyaring tahu otomatis sebagai berikut:



Gambar 2.1 Produk Pesaing

2.3 Produk Baru

Pada Gambar 2.2 merupakan produk baru dari alat penyaring tahu yang lebih efektif.

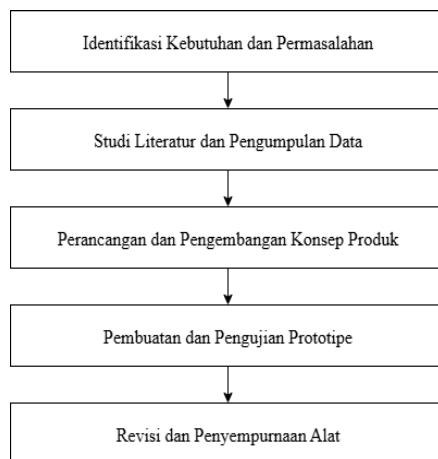


Gambar 2.2 Produk Baru

2.3 Model Perancangan Metode R&D

Metode *Research and Development* (R&D) adalah salah satu model perancangan yang dirancang untuk menghasilkan produk inovatif berdasarkan riset mendalam dan kebutuhan riil di lapangan, pendekatan ini sangat cocok untuk diterapkan pada perancangan alat penyaring tahu otomatis di IKM Tahu ECO.

Dalam penerapannya, metode R&D terdiri dari beberapa tahap utama, yang ditunjukkan pada Gambar 2.3 sebagai berikut :



Gambar 2.3 Tahapan Menggunakan Metode R&D

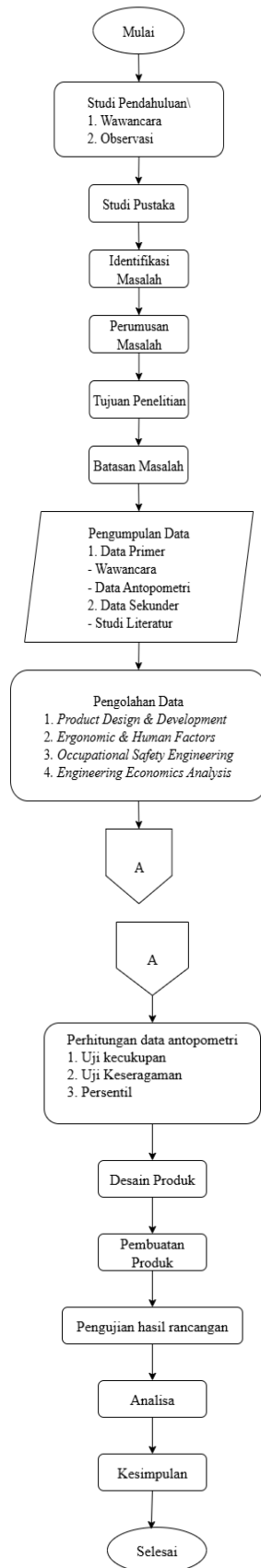
B. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di IKM Tahu ECO untuk merancang alat penyaring tahu menggunakan metode *R&D* pada metode *R&D* terdapat fase- fase dalam proses perancangan produk, yaitu :

1. Fase Identifikasi Kebutuhan dan Permasalahan: Tahap ini merupakan langkah awal untuk memahami masalah nyata di lapangan.
2. Studi Literatur dan Pengumpulan Data: Mengumpulkan informasi yang relevan dari berbagai sumber. Data bisa diperoleh dari buku teknik mesin, jurnal ilmiah, internet, maupun wawancara langsung dengan pelaku IKM tahu.
3. Perancangan dan Pengembangan Konsep Produk : Pada tahap ini, ide mulai dituangkan ke dalam bentuk nyata melalui sketsa dan desain teknis.
4. Pembuatan dan Pengujian: Setelah desain disepakati, alat mulai dirakit menggunakan bahan yang telah ditentukan (misalnya, rangka besi, saringan *stainless steel*, dan motor listrik).
5. Revisi dan Penyempurnaan Alat: Dari hasil pengujian, biasanya ditemukan kekurangan yang perlu diperbaiki. Misalnya: saringan masih mudah mampet, motor terlalu panas, atau pembuangan ampas belum optimal. Pada tahap ini dilakukan perbaikan baik dari segi desain maupun teknis.

3.2 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir dibuat sebagai rencana tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian mulai dari awal penelitian sampai selesainya penelitian. Pada gambar 3.1 merupakan diagram alir penelitian, sebagai berikut:



Gambar 2.4 Diagram Alir Penelitian

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan data

Adapun pengumpulan data yang diperoleh dalam penelitian alat penyaring tahu otomatis berikut :

Pengumpulan data pada IKM TAHU ECO

Adapun pengumpulan data yang diperoleh ditunjukkan pada tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4.1 Pengumpulan Data IKM TAHU ECO

No.	Kriteria	Bobot
1.	Volume kedelai	14 kg (3x saringan)
2.	Kelebihan bobot	3x akibat penyerapan air
3.	Perendaman	3 jam
4.	Penggilingan	20 menit (dicampur air agar tekstur lembut)
5.	Kualitas Saringan	Lebih halus dari saringan kelapa
6	Proses Penyaringan	10 menit/ <i>batch</i> (manual)
7	Kendala	Saringan mudah sobek, ampas sering turun kebawah
8	Tenaga Kerja	1 orang (1 saringan)
9	Peralatan	3 tungku & 3 saringan
10	Luas Pabrik	> 200 m ²
11	Bahan Baku & Energi	Kayu bakar dan listrik (tidak ada penyusutan bahan baku, kecuali distributor)
12	Human Error	Sering terjadi
13	Dimensi alat	90 cm x 90 cm (berbentuk

	saringan	persegi)
--	----------	----------

Pengumpulan data Antropometri

Adapun pengumpulan data antropometri untuk perancangan produk alat penyaring tahu otomatis yang ditunjukkan pada tabel 4.2 sebagai berikut:

Tabel 4.2 Pengumpulan Data Antropometri

No	Antropometri	Cara Pengukuran	Tujuan dalam Desain
1	Tinggi siku berdiri	Diukur dari lantai ke siku saat berdiri tegak, lengan bawah menekuk 90°.	Menentukan tinggi meja kerja agar operator nyaman saat mengaduk/menyaring tahu.
2	Jangkauan tangan ke depan	Diukur dari dinding belakang bahu ke ujung jari tangan saat menjangkau lurus.	Menentukan kedalaman alat agar semua bagian bisa dijangkau tanpa membungkuk berlebih.
3	Lebar bahu	Jarak antara acromion kanan dan kiri (titik bahu).	Menentukan lebar area kerja/alat agar sesuai dengan postur tubuh operator.
4	Tinggi lutut	Dari lantai ke titik lutut depan saat berdiri tegak.	Menentukan tinggi dasar/rangka bawah agar tidak menghalangi kaki operator.

Pengolahan Data

Berikut pengumpulan data antropometri yang dibutuhkan untuk membuat produk penyaring tahu otomatis.

Pembuatan Konsep Produk

Pembuatan konsep produk dengan menggunakan data antropometri yang ada dengan memilih yang sesuai dengan apa yang dibutuhkan, Berikut adalah konsep produk kami berdasarkan data Antropometri.

Tabel 4.3 Pengukuran Konsep Produk.

No	Antropometri	Ukuran	Allo wance	Keterangan
1	Tinggi siku berdiri	102,3 cm	2,3 cm	Tinggi alat mendekati P50 ⇒ sesuai rata-rata operator
2	Jangkauan tangan ke depan	72,5 cm	7,5 cm	Panjang alat berada di P50 terjangkau mayoritas
3	Lebar bahu	63 cm	3 cm	Lebar alat mendekati P75 cukup lega, tidak sempit
4	Tinggi lutut	48,23 cm	8,23 cm	Clearance minimal setara P50, ideal nyaman bila butuh ruang kaki

Konsep Desain

Berikut merupakan konsep desain yang ditetapkan dalam perancangan alat penyaring tahu:

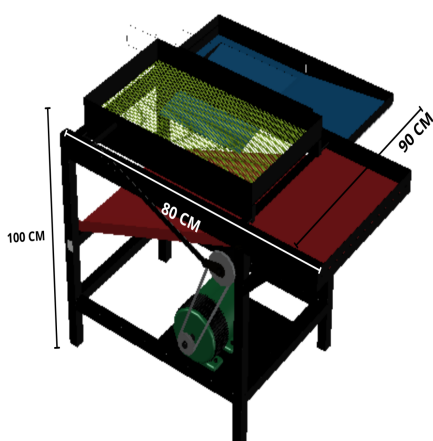
Tabel 4.4 Konsep Desain

No.	Kebutuhan	Solusi
1.	Proses penyaringan otomatis dan efisien	Motor listrik ½ HP, pulley-V-belt, dan sistem transmisi
2.	Struktur kuat dan stabil saat beroperasi	Rangka hollow baja 40×40 mm, las permanen, dan penahan rangka
3.	Hasil saringan higienis dan aman untuk pangan	Wiremesh stainless food grade dan tray penampung sari & ampas
4.	Keamanan, keawetan, dan kemudahan perawatan	Cat anti karat, baut mur stainless, kabel NYA, dan saklar pengaman

Bentuk alat penyaring tahu otomatis ini dirancang dengan struktur simetris dan ringkas untuk mendukung efisiensi kerja di ruang produksi.

Desain Produk

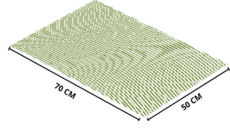
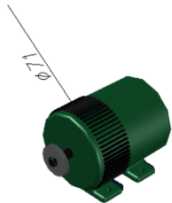
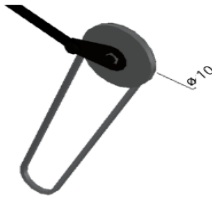
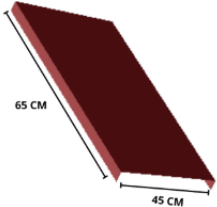
Berikut merupakan perancangan skema desain alat penyaring tahu otomatis pada IKM Tahu ECO.



Gambar 4.1 Rancangan Penyaring Tahu Otomatis

Dapat dilihat pada tabel 4.5 yang merupakan desain produk dari Penyaring Tahu Otomatis.

Tabel 4.5 Desain Produk

Keterangan	Desain
Saringan	
Dinamo Motor	
Penggerak	
Saluran Hasil	

Analisa Buat atau Beli

Untuk menghasilkan alat penyaring tahu otomatis yang nyaman dan ergonomis, tentunya membutuhkan komponen yang baik. Pada tabel 4.6 merupakan daftar tabel yang akan dibuat maupun dibeli.

Tabel 4.6 Analisa Buat Beli

No	Komponen	Ukuran	Jumlah	Harga (Rp)	Buat/ beli
1	Rangka	80 × 90 × 100 cm	6	Rp 45.830	Buat
2	Meja Penampung (<i>tray</i>)	35 × 20 cm	1	Rp 180.000	Beli
3	Saringan <i>mesh</i>	70 × 50 cm	1	Rp 100.000	Beli
4	Dinamo Motor	Frame 71 (0,5 HP)	1	Rp 450.000	Beli
5	<i>Pulley + V-Belt</i>	Ø 10 cm	1	Rp 180.000	Beli
6	As + Bearing	Ø 14 mm + Ø dalam 14 mm, Ø luar 40 mm)	1	Rp 90.000	Beli
7	Cat / Anti karat	-	1	Rp 25.000	Beli
8	Engsel	7,5 cm	1	Rp 15.000	Beli
9	Saklar	88 × 88 mm	1	Rp 20.000	Beli
10	Baut + Mur	M8 dan M10	1	Rp 30.000	Beli
11	Saluran hasil	40 × 30 cm	1	Rp 50.000	Buat

Analisa Biaya Komponen

Berdasarkan hasil survei yang telah dilaksanakan, berikut merupakan analisa biaya komponen dari alat penyaring tempe otomatis.

- a. Biaya membuat 1 unit alat
 - Biaya Komponen : Rp 1.200.000
 - Biaya Bahan Baku : Rp 550.000
 - Biaya Tenaga Kerja/ Orang :
Rp 300.000 x 2 Orang : Rp 600.000

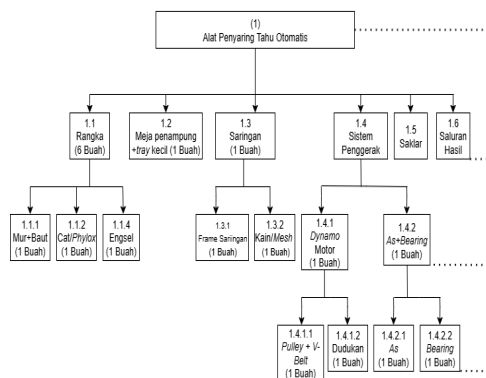
b. Keuntungan

Keuntungan yang dapat diperoleh dari 20% dari biaya produksi 1 unit alat.

- Keuntungan: 20% (biaya komponen + biaya bahan baku + biaya tenaga kerja)
= 20% (Rp.1.200.000 + Rp 550.000 + Rp 600.000)
= 20% x Rp 2.350.000
= Rp570.000
- Harga Jual: Biaya yang dikeluarkan + keuntungan
= Rp 2.350.000 + Rp570.000
= Rp2.920.000

Bill of Material (BOM)

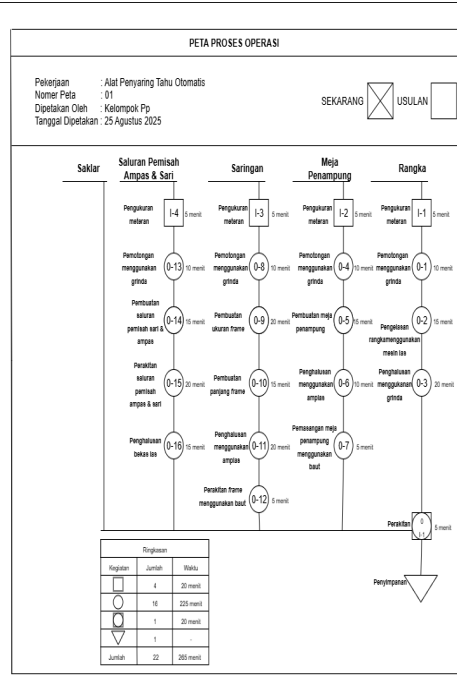
Bill of Material (BOM) memuat daftar material dan sub material yang dibutuhkan untuk mengolah sebuah produk menjadi *finish good* yang siap dipakai. Secara umum, BOM dapat disebut sebagai komposisi dalam suatu produk.



Gambar 4.2 Struktur Produk

Operation Process Chart (OPC)

Operation Process Chart adalah diagram atau peta yang menggambarkan langkah-langkah proses pengerjaan material, mulai dari bahan baku (material) hingga menjadi komponen atau produk jadi.



Gambar 4.3 Operation Process Chart (OPC)

Peta Aliran Proses

Peta aliran proses atau *flow process chart* adalah diagram yang menunjukkan urutan-urutan operasi, pemeriksaan, transportasi, menunggu, dan penyimpanan yang terjadi selama satu proses bergabung beserta informasi tentang waktu dan jarak perpindahan. Berikut merupakan peta aliran proses dari alat alat penyaring tahu otomatis yang tertera pada

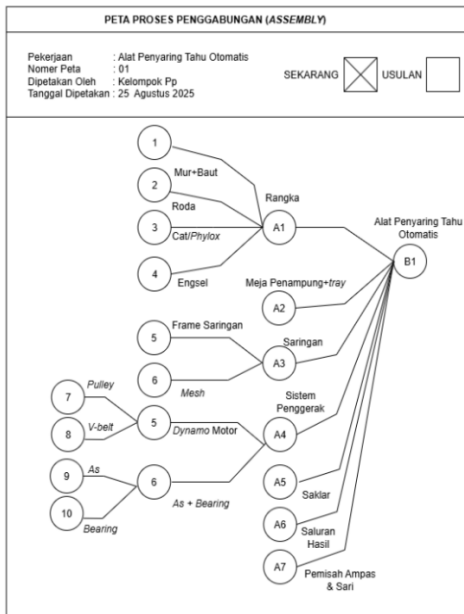
Tabel 4.7:

Kegiatan	RINGKASAN				Pekerjaan: Alat Penyaring Tahu Otomatis No.Peta : 02
	Sekarang Jml	Usulan Waktu	Beda Jml	Waktu	
Orang	16	225	-	-	Orang
Pemeriksaan	4	20	-	-	Bahan
Transportasi	2	15	-	-	Sekarang
Menunggu	-	-	-	-	Usulan
Penyempurnaan	1	-	-	-	
Jumlah	23	260	-	-	

NO	Urutan kegiatan	Lambang				
		Orang	Bahan	Sekarang	Usulan	Penyempurnaan
1	Menyiapkan Material					
2	Pemotongan Besi					
3	Pengelasan Rangka					
4	Pemasangan Mur&Baut					
5	Pemasangan engsel					
6	Pengelasan Rangka					
7	Buat Meja Penampung					
8	Pengelasan Tray					
9	Pemotongan Frame Tray					
10	Pemasangan Meas					
11	Pemasangan Dynamic					
12	Pasang Pulley + V&Belt					
13	Pemasangan As&Bearing					
14	Sambung Pulley - As					
15	Rakit Pengelas-Rangka					
16	Pemasangan Saklar					
17	Rakit Saluran Hasil					
18	Rakit Pemisah Sari					
19	Perakitan Komponen					
20	Uji Coba Produk					
21	Produk jadi					
22	Pemindahan alat jadi					

Tabel 4.4 Peta Aliran Proses
Assembly Process Chart

Assembly Chart merupakan diagram yang menggambarkan hubungan antara komponen-komponen yang akan dirakit menjadi sebuah produk.



Gambar 4.5 Assembly Process Chart

Safety

Rekayasa K3 adalah aplikasi prinsip-prinsip teknik untuk mengantisipasi, mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mengendalikan bahaya di lingkungan kerja. Fokus utamanya adalah menghilangkan atau mengurangi risiko bahaya melalui desain yang aman secara inheren (*inherently safer design*). Berikut adalah rincian fitur keselamatan yang terintegrasi pada desain alat penyaring tahu otomatis:

Fitur Rekayasa Keselamatan Terintegrasi

Fitur-fitur berikut telah ditanamkan langsung pada desain fisik mesin untuk meminimalkan risiko secara proaktif.

1. Desain Rangka Ergonomis dan Aman

Dengan tinggi 100 cm, alat ini dirancang untuk kenyamanan postur kerja operator dewasa agar tidak perlu membungkuk.

2. Panel Listrik Terisolasi

Semua komponen dan kabel listrik ditempatkan di dalam sebuah panel kontrol tertutup untuk mencegah risiko korsleting dan sengatan listrik, terutama di lingkungan kerja yang basah seperti pengolahan tahu.

3. Sistem Manajemen Kabel

Kabel yang menghubungkan motor ke panel kontrol dirapikan dan dilindungi menggunakan selubung pelindung (*conduit*).

4. Pelindung Mesin Permanen (*Machine Guarding*)

Sebuah penutup pelindung dipasang di area motor dan sistem penggerak. Fungsinya adalah menciptakan penghalang fisik untuk mencegah kontak yang tidak disengaja dengan bagian mesin yang bergerak, secara efektif mengurangi risiko tangan atau jari terjepit.

5. Material Kontak Pangan (*Food Grade Material*)

Bagian yang bersentuhan langsung dengan tahu (seperti saringan dan bak penampung) dibuat dari material *food grade* seperti *stainless steel*, untuk mencegah kontaminasi kimia pada produk makanan dan memudahkan pembersihan untuk mencegah pertumbuhan bakteri.

Hasil & Perbandingan Uji Coba Alat

Adapun hasil dan perbandingan uji coba alat secara manual dengan alat yang dirancang (otomatis) yang dapat dilihat pada tabel 4.8 berikut ini:

Tabel 4.8 Perbandingan Kerja Saringan Manual Dengan Alat Otomatis

Aspek	Penyaringan Manual (Data Tabel)	Penyaringan Otomatis (Desain Alat)	Perbandingan
Jumlah Kedelai yang Disaring	14 kg per 3 kali saring (= 4,7 kg per proses)	±14 kg per sekali proses (1 <i>batch</i> penuh)	Alat otomatis mampu menampung volume kedelai lebih besar dalam satu kali penyaringan sehingga kapasitas meningkat ±200%.
Waktu Penyaringan	10 menit per <i>batch</i> secara manual	±3-4 menit per <i>batch</i> (otomatis dengan motor penggerak)	Waktu penyaringan berkurang lebih dari 50%. Karena getaran dan ayakan otomatis mempercepat pemisahan sari dan ampas kedelai.
Efektivitas Proses	Saringan sering sobek, hasil tidak merata, membutuhkan tenaga manusia	Hasil penyaringan lebih merata, risiko sobek kecil, sistem stabil dengan motor penggerak	Efektivitas meningkat signifikan, kualitas sari kedelai lebih konsisten, dan kehilangan bahan berkurang.
Tenaga Kerja	1 orang per saringan	1 operator untuk mengawasi alat	Penggunaan tenaga manusia berkurang, hanya dibutuhkan pengawasan dan kontrol alat.
Kualitas Hasil Saringan	Tergantung kekuatan tenaga kerja dan kondisi saringan	Lebih halus dan konsisten karena getaran seragam	Kualitas hasil saringan meningkat dan lebih seragam.
Kemungkinan <i>Human Error</i>	Tinggi, karena kelelahan dan variabilitas tenaga	Rendah, sistem otomatis menjaga kestabilan proses	Alat otomatis mengurangi risiko kesalahan manusia secara signifikan.
Durabilitas Saringan	Cepat sobek karena tekanan manual	Lebih tahan lama (gerakan halus dari getaran)	Umur pakai saringan meningkat, menghemat biaya perawatan.

Analisa

Berdasarkan pada pengumpulan dan pengolahan data yang dilakukan, maka hasil dari analisis perancangan menggunakan metode *R & D* yaitu:

Analisa Kebutuhan

Berdasarkan identifikasi masalah, maka hasil analisis kebutuhan yang diambil adalah:

- 1) Kebutuhan fungsional: mesin mampu memisahkan ampas dan padatan dari cairan tahu pada ukuran pori/mesh tertentu dengan efisiensi minimal 95% dan throughput sesuai target produksi (kg/jam).
- 2) Kebutuhan sanitasi & *food-grade*: bagian yang bersentuhan langsung dengan tahu terbuat dari material tahan korosi dan mudah dibersihkan, serta desain minim celah untuk mencegah penumpukan bahan.

- 3) Kebutuhan keselamatan & operasional: perlindungan mekanis (*guard*), saklar darurat, *grounding*, dan akses servis yang aman.
- 4) Kebutuhan keandalan & pemeliharaan: komponen bearing, as, dan *pulley* yang mudah diganti, modul yang dapat dilepas untuk pembersihan dan servis rutin, dan suku cadang standar.
- 5) Kebutuhan ekonomi & ergonomi: biaya pembuatan dan operasi ekonomis, mudah dioperasikan oleh pekerja pabrik tahu, dan hemat tenaga kerja.

Analisa Konsep Desain

Berdasarkan dari identifikasi masalah konsep desain yang ada maka muncul kebutuhan dan solusi yang dapat diterapkan dalam perancangan alat penyaring tahu. Desain mempertimbangkan tiga aspek utama:

- 1) Pemilihan material *food-grade* untuk kontak produk,
- 2) *Drive* yang andal untuk menghasilkan gerak ayakan/rotasi yang konsisten (motor listrik + *pulley* atau *direct-drive*)
- 3) Modularitas sehingga saringan (*mesh*) dan *tray* mudah dilepas/ganti untuk pembersihan dan variasi ukuran pori.

Keterbatasan yang mempengaruhi desain meliputi: kapasitas produksi yang diinginkan, ruang pabrik, akses air/listrik, dan anggaran. Oleh karena itu desain dibuat modular (komponen standar seperti bearing dan baut) agar dapat diproduksi dengan biaya lebih rendah dan dipelihara lokal.

Untuk aplikasi pangan (tahu), semua permukaan kontak dipastikan dari AISI 304 atau dilapisi *food-grade*; sambungan dibuat *smooth* (las TIG atau sambungan mekanis yang mudah dibongkar). Sistem penggerak diputuskan menggunakan motor induksi listrik dengan proteksi termal dan MCB, ditransmisikan melalui *pulley + V-belt* untuk memudahkan perubahan rasio jika diperlukan. Pilihan bearing sealed (tertutup) mengurangi kontaminasi dan kebutuhan pelumasan pada area kontak non-produk.

Aspek keselamatan ditegaskan lewat pemasangan penutup (*guard*) pada *belt/pulley*, tombol darurat yang mudah dijangkau, *grounding* yang benar, serta dokumentasi SOP operasi untuk servis. Untuk memudahkan pembersihan, *tray* dibuat dengan sudut drainase dan jalur pembuangan yang bisa ditutup saat operasi.

Analisa Ergonomi

Berdasarkan hasil pengukuran dan perhitungan data antropometri diperoleh empat parameter utama yang digunakan dalam perancangan, yaitu tinggi siku berdiri, jangkauan

tangan ke depan, lebar bahu, dan tinggi lutut. Data tersebut dianalisis untuk memastikan bahwa rancangan alat atau meja kerja yang dirancang sesuai dengan prinsip ergonomi dan mampu memberikan kenyamanan serta efisiensi kerja bagi pengguna.

a. Tinggi Siku Berdiri (Tsb)

Nilai rata-rata tinggi siku berdiri sebesar 102,3 cm dengan *allowance* 2,3 cm dan menggunakan persentil ke-50 (P50). Pemilihan persentil ini didasarkan pada kebutuhan agar alat kerja dapat digunakan oleh sebagian besar operator dengan postur tubuh rata-rata. Tinggi alat kerja yang disesuaikan dengan tinggi siku berdiri bertujuan agar posisi tubuh tetap netral dan tidak membungkuk, sehingga dapat mengurangi kelelahan otot bahu dan punggung selama bekerja. Dengan hasil uji kecukupan data yang menyatakan “cukup” dan kondisi data “terkendali”, dapat disimpulkan bahwa data ini valid dan representatif untuk digunakan dalam perancangan.

b. Jangkauan Tangan ke Depan (Jtd)

Nilai rata-rata jangkauan tangan ke depan adalah 72,5 cm dengan *allowance* 7,5 cm dan juga menggunakan P50. Pemilihan ini dimaksudkan agar sebagian besar pengguna dapat menjangkau area kerja dengan mudah tanpa perlu membungkuk atau meregangkan lengan secara berlebihan. Hasil pengujian menunjukkan data terkendali, sehingga ukuran ini layak dijadikan acuan untuk menentukan panjang atau kedalaman meja kerja, guna menjaga kenyamanan dan efisiensi gerakan operator.

c. Lebar Bahu (Lb)

Rata-rata lebar bahu pengguna sebesar 97,37 cm dengan *allowance* 7,37 cm dan menggunakan persentil ke-95 (P95). Pemilihan P95 bertujuan agar rancangan alat memiliki ruang gerak yang cukup luas dan tidak terasa sempit bagi pengguna dengan postur tubuh besar. Data ini digunakan untuk menentukan lebar area kerja atau ruang antar sisi alat, agar gerakan bahu dan lengan tidak terbatas saat beraktivitas.

d. Tinggi Lutut (Ti)

Nilai rata-rata tinggi lutut sebesar 60,14 cm dengan *allowance* 0 cm dan menggunakan P75. Data ini berfungsi untuk menentukan ruang bebas atau clearance di bawah meja kerja, sehingga lutut pengguna tidak terbentur saat bekerja atau mendekati ke alat. Penggunaan persentil ke-75 memastikan bahwa sebagian besar pengguna memiliki ruang kaki yang cukup luas dan nyaman.

Analisa Ekonomi (Biaya)

Analisis biaya dilakukan untuk mengetahui besarnya total pengeluaran yang diperlukan dalam pembuatan satu unit alat penyaring tahu otomatis. Berdasarkan hasil perhitungan, total biaya produksi terdiri dari tiga komponen utama, yaitu biaya komponen sebesar Rp 1.200.000, biaya bahan baku sebesar Rp 550.000, dan biaya tenaga kerja sebesar Rp 300.000 untuk dua orang pekerja sehingga totalnya menjadi Rp 600.000. Dengan demikian, total biaya yang dikeluarkan untuk memproduksi satu unit alat penyaring tahu otomatis adalah sebesar Rp 2.350.000.

Dalam perancangan ini, keuntungan ditetapkan sebesar 20% dari total biaya produksi. Perhitungan keuntungan sebesar $20\% \times \text{Rp } 2.350.000$ menghasilkan nilai keuntungan sebesar Rp 570.000. Sehingga harga jual produk ditentukan dari penjumlahan antara total biaya produksi dan keuntungan yang diharapkan, yaitu $\text{Rp } 2.350.000 + \text{Rp } 570.000$ sehingga diperoleh harga jual akhir sebesar Rp 2.920.000 untuk satu unit alat penyaring tahu otomatis.

Dari hasil analisis tersebut dapat disimpulkan bahwa biaya terbesar berasal dari komponen alat, yaitu sekitar 51% dari total biaya produksi, yang menunjukkan bahwa perancangan alat ini memerlukan material dan peralatan dengan tingkat kompleksitas tinggi. Biaya tenaga kerja menyumbang sekitar 25,5%, sedangkan biaya bahan baku sebesar 23,4%, yang masih tergolong proporsional terhadap total biaya keseluruhan. Dengan margin keuntungan sebesar 20%, produk ini dapat dikatakan layak secara ekonomi karena masih memberikan keuntungan yang cukup serta mampu menutupi potensi biaya tambahan seperti penyusutan alat, biaya transportasi, dan pengemasan. Secara keseluruhan, perancangan alat penyaring tahu otomatis ini dinilai efisien, ekonomis, dan memiliki potensi untuk diproduksi secara komersial.

Analisa Safety

Adapun analisis dari segi keamanan produk sebagai berikut :

Analisis keselamatan pada alat penyaring tahu otomatis dilakukan untuk memastikan bahwa setiap komponen dan fitur yang dirancang dapat meminimalkan potensi bahaya terhadap operator maupun produk yang dihasilkan. Secara umum, hasil penilaian risiko menunjukkan bahwa seluruh fitur telah memenuhi prinsip dasar keselamatan kerja dan higienitas pangan, meskipun masih diperlukan tindakan preventif tambahan untuk mempertahankan tingkat risiko pada kategori rendah hingga sedang.

Dari aspek desain rangka ergonomis, alat dengan tinggi 100 cm dirancang agar operator dapat bekerja dalam posisi tegak tanpa membungkuk, sehingga mengurangi risiko kelelahan otot dan cedera punggung. Sudut logam yang dibuat tumpul dan dihaluskan juga menjadi

langkah pencegahan penting untuk menghindari luka gores saat penggunaan atau pembersihan. Risiko residual masih mungkin muncul jika postur kerja operator tidak sesuai atau terdapat perbedaan tinggi badan signifikan, sehingga diperlukan panduan ergonomi sederhana dalam prosedur penggunaan alat.

Pada sisi panel listrik terisolasi, sistem kelistrikan yang tertutup rapat telah mengurangi potensi korsleting dan sengatan listrik akibat lingkungan kerja yang lembab. Namun, risiko tetap perlu diawasi melalui inspeksi rutin terhadap kondisi panel dan seal pelindung, serta disarankan penggunaan enclosure dengan standar IP yang sesuai dan pemasangan pemutus arus darurat (E-stop). Sementara itu, sistem manajemen kabel berfungsi mencegah bahaya tersandung dan kerusakan kabel melalui penggunaan conduit pelindung. Pengawasan rutin terhadap kondisi selubung kabel dan pemasangan penjepit kabel tambahan akan menjaga keandalan sistem listrik jangka panjang.

Fitur pelindung mesin permanen menjadi aspek penting dalam mencegah risiko jari atau tangan terjepit pada bagian yang bergerak. Keberadaan guard tetap yang menutup area transmisi sudah efektif mengurangi kontak langsung, namun disarankan untuk menambah sistem pengaman tambahan seperti interlock atau penerapan prosedur lockout-tagout saat perawatan. Terakhir, penggunaan material food grade seperti stainless steel pada bagian yang bersentuhan langsung dengan tahu memastikan produk aman dari kontaminasi bahan kimia maupun mikrobiologis. Untuk menjaga efektivitasnya, perlu diterapkan SOP pembersihan dan inspeksi kebersihan secara berkala.

Secara keseluruhan, penerapan kelima fitur tersebut menunjukkan bahwa desain alat penyaring tahu otomatis telah memperhatikan prinsip keselamatan kerja, keamanan pangan, dan kenyamanan operator. Melalui kombinasi desain mekanik yang aman, perlindungan listrik yang baik, dan penggunaan material higienis, risiko keselamatan dapat ditekan seminimal mungkin. Evaluasi berkala, pelatihan operator, serta dokumentasi inspeksi menjadi langkah lanjutan yang penting untuk memastikan alat ini tetap beroperasi secara aman, efisien, dan sesuai standar industri pangan.

Analisa Detail Konsep

Konsep desain penyaring tahu otomatis dibuat secara detail dengan:

- 1) Pengukuran Antropometri untuk memastikan bahwa desain penyaring otomatis sesuai dengan karakteristik fisik mayoritas pengguna.
- 2) Pembuatan konsep produk dengan menggunakan data antropometri yang ada dengan memilih yang sesuai dengan apa yang dibutuhkan,

- 3) *Bill of Material* (BOM) pada alat penyaring tahu memiliki 3 level. Level pertama terdapat 3 komponen, level kedua terdapat 3 komponen, level ketiga terdapat 4 komponen
- 4) *Operation Process Chart* (OPC)
- 5) *Flow Process Chart* (FPC) dan *Assembly Chart*

Body Of Knowledge Analysis

Adapun analisa dari *Body Of Knowledge* dari produk alat penyaring tahu otomatis sebagai berikut:

Product Design & Development (PDD)

Dalam pengembangan sebuah produk, tahapan desain merupakan pondasi utama. *Product Design & Development* (PDD) memberikan kerangka sistematis agar proses penciptaan tidak hanya berdasarkan ide spontan, melainkan melalui tahapan terstruktur. Mulai dari identifikasi kebutuhan, penyusunan konsep, pembuatan prototype, hingga evaluasi akhir, semua dilakukan untuk memastikan produk yang dihasilkan sesuai dengan ekspektasi pengguna dan kebutuhan pasar.

Dalam konteks alat saringan tahu otomatis, PDD membantu memastikan bahwa alat ini benar-benar menjawab masalah utama pekerja, yaitu beratnya beban kerja manual saat proses penyaringan. Dengan uji konsep yang tepat, desain produk dapat dikembangkan menjadi lebih sederhana, efisien, dan praktis. Tahapan ini juga membantu meminimalisir risiko kegagalan di lapangan, karena setiap keputusan desain sudah melalui proses analisis yang matang. Lebih jauh, PDD juga memperhatikan keterbatasan sumber daya, baik dari segi biaya, waktu, maupun material. Hal ini penting karena produk yang dirancang bukan hanya untuk memenuhi kebutuhan teknis, tetapi juga harus layak diproduksi secara ekonomis dan mampu bersaing di pasar.

Ergonomics & Human Factors

Manusia selalu menjadi pusat perhatian dalam setiap perancangan alat. BoK ergonomi dan faktor manusia menekankan bahwa produk yang baik adalah produk yang selaras dengan kemampuan fisik, psikologis, dan kognitif penggunanya. Dalam pekerjaan yang melibatkan aktivitas berulang seperti penyaringan tahu, faktor ergonomi sangat penting untuk mencegah kelelahan, cedera, dan penurunan produktivitas.

Penerapan prinsip ergonomi pada saringan tahu otomatis berarti alat harus dirancang agar mudah dioperasikan tanpa memerlukan tenaga besar. Misalnya, mengganti aktivitas angkat dan peras manual dengan sistem mekanis yang lebih ringan dan aman. Hal ini akan

mengurangi risiko gangguan kesehatan, seperti nyeri punggung atau cedera tangan yang sering dialami pekerja di industri tahu tradisional.

Lebih dari sekadar kenyamanan fisik, ergonomi juga menciptakan rasa aman dan kepuasan kerja. Ketika pekerja merasa dihargai melalui peralatan yang mendukung mereka, produktivitas meningkat dan lingkungan kerja menjadi lebih sehat. Inilah nilai tambah yang dihadirkan oleh penerapan *human factors* dalam setiap desain.

Safety

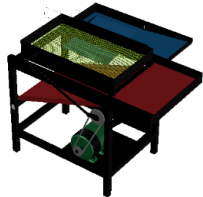
Keselamatan kerja (*Safety*) adalah faktor yang tidak bisa ditawar. BoK ini menekankan pentingnya mengidentifikasi risiko sejak tahap desain produk, lalu merancang sistem pengendalian untuk mengurangi potensi kecelakaan. Pada saringan tahu otomatis, prinsip keselamatan dapat diterapkan melalui beberapa aspek. Misalnya, memberikan pelindung pada bagian mesin yang bergerak, memastikan tidak ada sudut tajam yang berbahaya, serta menyediakan sistem penghentian darurat. Dengan langkah ini, alat tidak hanya berfungsi dengan baik tetapi juga aman digunakan sehari-hari.

Lebih dari itu, pendekatan keselamatan kerja juga membangun kepercayaan. Pekerja akan merasa tenang menggunakan alat, sementara pemilik usaha tidak perlu khawatir akan terjadinya kecelakaan yang bisa mengganggu proses produksi. Artinya, aspek keselamatan bukan hanya melindungi manusia, tetapi juga menjaga keberlangsungan usaha.

Engineering Economics Analysis

Pada tabel 4.31 *Engineering Economics Analysis* akan dilakukan perbandingan perhitungan biaya antara biaya pembuatan alat dengan harga alat yang sudah beredar di pasaran.

Tabel 4.9 Harga Alat Penyaring Tahu Otomatis

Produk	Harga
	Rp 2.500.000 – Rp 2.920.000

Berdasarkan analisis ekonomi yang dilakukan yaitu melakukan perhitungan biaya pembuatan alat pada alat penyaring tahu otomatis memiliki harga yang mahal dibandingkan dengan alat penyaring tahu manual pada IKM TAHU ECO yaitu sekitar Rp Rp 2.500.000 – Rp 2.950.000. Namun alat penyaring tahu yang kami desain memiliki fitur tambahan yaitu

penyaring otomatis, *Pulley-V-Belt*, Dinamo, stop kontak, Saklar dan kabel. Dengan fitur tambahan tersebut bisa membantu karyawan pada IKM TAHU ECO lebih cepat dan efektif.

D. KESIMPULAN

Dalam laporan perakitan pembuatan alat penyaring tahu otomatis, telah diuraikan secara mendalam proses perancangan, pengembangan, dan implementasi alat tersebut. Berdasarkan analisis yang dilakukan, dapat disimpulkan :

1. Perancangan dan pengembangan alat penyaring tahu otomatis berhasil dilakukan dengan memperhatikan aspek efisiensi kerja, higienitas, dan keselamatan operator. Desain alat dirancang dengan struktur ergonomis dan sistem filtrasi tertutup menggunakan material *food grade* (stainless steel), sehingga mampu menggantikan proses penyaringan manual yang sebelumnya memerlukan tenaga manusia secara intensif dan berisiko tinggi terhadap kontaminasi.
2. Penerapan sistem mekanik dan otomasi dengan penggerak bermotor serta torsi yang disesuaikan dengan kebutuhan proses penyaringan terbukti dapat mempercepat waktu filtrasi tanpa menurunkan kualitas sari kedelai yang dihasilkan. Putaran motor dan desain saringan yang optimal menghasilkan pemisahan ampas dan cairan yang lebih merata, sehingga mutu hasil tahu tetap terjaga baik dari segi tekstur maupun warna.
3. Dari aspek ergonomi dan efisiensi tenaga kerja, alat penyaring otomatis ini mampu menurunkan ketergantungan terhadap tenaga manusia secara signifikan. Proses penyaringan yang sebelumnya memerlukan dua hingga tiga operator kini dapat dijalankan oleh satu orang saja dengan beban fisik yang lebih ringan. Hal ini secara langsung menekan potensi risiko cedera akibat posisi kerja membungkuk atau penggunaan tenaga berlebih pada proses manual.
4. Analisis terhadap peningkatan kapasitas produksi dan kualitas hasil tahu menunjukkan bahwa penerapan alat ini memberikan dampak positif terhadap produktivitas industri kecil menengah (IKM). Dengan waktu penyaringan yang lebih singkat, kapasitas produksi meningkat hingga beberapa kali lipat dibandingkan metode tradisional. Selain itu, kualitas tahu yang dihasilkan lebih konsisten, higienis, dan memenuhi standar keamanan pangan.

Saran

Berdasarkan kesimpulan yang telah disampaikan, beberapa saran dapat diajukan untuk pengembangan lebih lanjut

1. Lakukan uji prototipe lapangan (*trial run*) dengan parameter terukur: efisiensi saringan (% sari terambil), throughput (L atau kg per batch), konsumsi daya, dan frekuensi penyumbatan, gunakan hasil untuk penyesuaian mesh, rpm motor, dan sudut drainase.
2. Susun SOP operasional dan pemeliharaan (*maintenance*) lengkap, jadwal pengecekan *bearing/belt*, daftar suku cadang kritis) serta program pelatihan operator untuk memastikan keamanan, kebersihan, dan umur alat.
3. Lakukan analisis harga & skenario ekonomi (BOM terperinci, biaya \bulanan, dan perhitungan *payback*) untuk menentukan opsi penghematan biaya (mis. *sourcing* komponen lokal, varian semi-otomatis) sebelum produksi skala kecil/IKM

E. DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Modrzewski, A. Obraniak, A. Rylski, and K. Siczek, "A study on the dynamic behavior of a sieve in an industrial sifter," *Applied Sciences*, vol. 12, no. 17, 2022.
- [2] M. Dragomir, A. Ovanisof, and R. A. Petre, "Improved model of a vibrating sieve," in *Acoustics and Vibration of Mechanical Structures — AVMS 2019*, Springer Proceedings in Physics, Cham: Springer, 2020, pp. 395–402.
- [3] ASTM International, *ASTM E11-24: Standard Specification for Woven Wire Test Sieve Cloth and Test Sieves*. West Conshohocken, PA: ASTM, 2024.
- [4] G. W. Delaney, P. W. Cleary, M. Hilden, and R. D. Morrison, "Testing the validity of the spherical DEM model in simulating real granular screening processes," *Chemical Engineering Science*, vol. 66, no. 4, pp. 642–655, 2011.
- [5] P. J. Fellows, *Food Processing Technology: Principles and Practice*, 4th ed. Cambridge: Woodhead Publishing / Elsevier, 2017.
- [6] FAO/WHO, *Codex Alimentarius: International Food Standards*. Rome: FAO/WHO, 2023.
- [7] D. Schmidt, "Characteristics of food-contact surface materials: stainless steel," *Food Protection Trends*, vol. 26, no. 3, pp. 178–183, 2006.