

Inovasi Mesin Pengupas Kulit Ari Kelapa untuk Meningkatkan Kualitas dan Produktivitas Pengolahan Kelapa

Massriyady Massaguni*, Enni Sulfiana, dan Masbin Dahlan

Jurusan Teknologi Manufaktur Industri Agro, Politeknik ATI Makassar

Jl. Sunu. NO 220 Kota Makassar 90233

*Alamat korespondensi: massriyady.massaguni@atim.ac.id

INFO ARTIKEL	ABSTRACT/ABSTRAK
Diterima: 17-05-2025 Direvisi: 27-08-2025 Dipublikasi: 31-12-2025	Coconut testa peeling machine innovation to improve quality and productivity of the coconut processing
Keywords: Blade design, Cutting angle, Skin residue, Speed, Thickness	Slow manual peeling of coconut testa (38.2 seconds/fruit) and inconsistent peeling quality encourage the need to develop coconut testa peeling machines with optimal blade designs. This study designed a peeling machine using stainless steel blades (thickness 1, 1.5, and 2 mm) at a speed of 3406 RPM with a cutting angle of 55°, then tested its performance on 100 coconut samples. The results showed that the 1.5 mm blade provided the best balance between speed (16.6 seconds/fruit) and quality (100% TKA/no skin residue), outperformed the 2 mm knife which was faster (14.8 seconds) but risked leaving residue (MKA), and was much more efficient than the manual method (38.2 seconds/fruit). With a capacity of 225 fruits/hour (15 times faster than manual), this finding not only solves the productivity problem of the coconut processing industry but also guarantees the quality of the final product, while potentially being applied to other commodities that require peeling precision. This research provides a significant technical breakthrough in the mechanization of sustainable coconut processing processes.
Kata Kunci: Desain pisau, Kecepatan putaran, Ketebalan, Residu kulit ari, Sudut potong	Pengupasan kulit ari kelapa secara manual yang lambat (38,2 detik/buah) dan kualitas pengupasan tidak konsisten mendorong perlunya pengembangan mesin pengupas kulit ari kelapa dengan desain pisau optimal. Penelitian ini merancang bangun mesin pengupas menggunakan pisau stainless steel (ketebalan 1, 1,5, dan 2 mm) berkecepatan 3406 RPM dengan sudut potong 55°, kemudian menguji performanya terhadap 100 sampel kelapa. Hasil menunjukkan pisau 1,5 mm memberikan keseimbangan terbaik antara kecepatan (16,6 detik/buah) dan kualitas (100% TKA/tanpa sisa kulit ari), mengungguli pisau 2 mm yang lebih cepat (14,8 detik) namun berisiko meninggalkan residu (MKA), serta jauh lebih efisien dibanding metode manual (38,2 detik/buah). Dengan kapasitas 225 buah/jam (15 kali lebih cepat dari manual), temuan ini tidak hanya menyelesaikan masalah produktivitas industri pengolahan kelapa tetapi juga menjamin kualitas produk akhir, sekaligus berpotensi diaplikasikan untuk komoditas lain yang memerlukan presisi pengupasan. Penelitian ini memberikan terobosan teknis signifikan dalam mekanisasi proses pengolahan kelapa yang berkelanjutan.

PENDAHULUAN

Industri pengolahan kelapa di Indonesia menghadapi tantangan signifikan dalam proses

pengupasan kulit ari, di mana metode manual yang masih dominan membutuhkan waktu rata-rata 38,2 detik per buah dengan hasil yang sering tidak konsisten (Putera *et al.*, 2022). Ketidakefisienan ini

tidak hanya menurunkan produktivitas, tetapi juga meningkatkan biaya tenaga kerja dan risiko kecelakaan kerja. Berdasarkan studi terdahulu, solusi mekanisasi melalui inovasi desain pisau telah terbukti mampu meningkatkan efisiensi proses pengupasan secara signifikan. Sebagai contoh, penerapan pisau *multi-stage* yang menggabungkan pisau tebal untuk penghancuran awal dan pisau tipis untuk pemotongan halus dilaporkan mampu meningkatkan kapasitas pengolahan hingga 50-80 kg per jam (Pandippperuma *et al.*, 2021). Temuan ini menunjukkan potensi besar pengembangan mesin pengupas khusus kulit ari yang lebih efisien.

Penelitian sebelumnya telah mengidentifikasi beberapa faktor kritis dalam desain pisau pengupas. Material stainless steel dengan ketebalan 1,5 mm terbukti optimal dalam menyeimbangkan ketahanan dan ketajaman, menghasilkan waktu pengupasan 16,6 detik per buah dengan kualitas hasil yang konsisten (Jarimopas & Kuson, 2007). Namun, sebagian besar studi tersebut berfokus pada pengupasan sabut kelapa (Ru *et al.*, 2018; Varghese *et al.*, 2021), sementara pengupasan kulit ari (*testa*) yang melekat pada daging kelapa belum mendapatkan perhatian memadai. Padahal, kulit ari yang tidak terkelupas sempurna dapat menurunkan kualitas produk olahan seperti santan dan tepung kelapa. Kesenjangan penelitian ini menjadi landasan penting bagi pengembangan mesin pengupas kulit ari yang lebih spesifik.

Berdasarkan analisis parameter operasional, kecepatan putaran pisau dan sudut potong merupakan faktor determinan dalam mencapai hasil pengupasan optimal. Studi menunjukkan bahwa kecepatan putaran 300-350 rpm (Jarimopas & Ruttanadat, 2007) dengan sudut pisau 50°–60° (Jarimopas & Kuson, 2007) mampu menghasilkan pengupasan yang presisi. Dalam penelitian ini, dirancang sistem pisau berkecepatan tinggi 3406 rpm dengan sudut 55° untuk mengoptimalkan waktu pengupasan tanpa mengorbankan kualitas. Desain ini diharapkan mampu mencapai kapasitas produksi 225 buah per jam, atau 15 kali lebih cepat dibanding metode manual, sekaligus memastikan hasil pengupasan sempurna tanpa residu kulit ari (100% TKA).

Inovasi ini tidak hanya ditujukan untuk meningkatkan produktivitas, tetapi juga untuk menjawab tantangan kualitas dalam industri pengolahan kelapa. Pengupasan yang tidak sempurna seringkali meninggalkan residu kulit ari yang memengaruhi rasa, tekstur, dan daya simpan produk olahan. Dengan mengadopsi prinsip *multi-stage blade*

dan kontrol kecepatan *variable* (Jarimopas & Ruttanadat, 2007), mesin ini dirancang untuk meminimalkan kerusakan pada daging kelapa selama proses pengupasan. Hasilnya diharapkan dapat mengurangi cacat produksi dan meningkatkan nilai ekonomis produk turunan kelapa.

Potensi aplikasi inovasi ini tidak terbatas pada pengolahan kelapa saja. Prinsip desain pisau yang dikembangkan dapat diadaptasi untuk komoditas lain yang memerlukan proses pengupasan serupa, seperti buah-buahan atau singkong (Ru *et al.*, 2018). Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berkontribusi pada peningkatan efisiensi industri pengolahan kelapa, tetapi juga membuka peluang pengembangan teknologi pengupasan untuk berbagai komoditas pertanian. Temuan dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi pengembangan mesin pertanian yang lebih efisien dan berkelanjutan di masa depan.

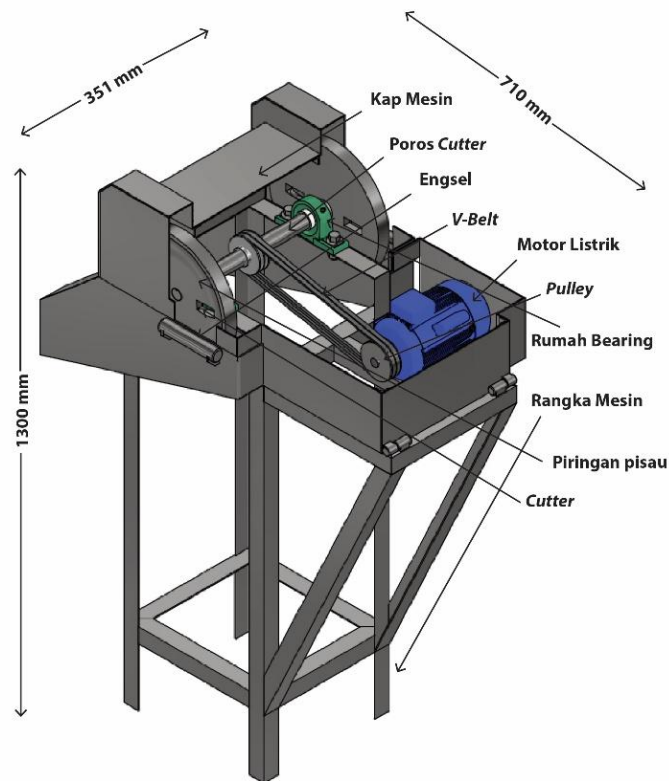
BAHAN DAN METODE

Material dan metode yang digunakan dalam pembuatan mesin pengupas kulit ari kelapa ini mempertimbangkan aspek keamanan pangan atau *food grade* untuk memastikan bahwa komponen yang bersentuhan langsung dengan produk kelapa tidak mencemari hasil akhir. Material utama yang digunakan untuk bagian yang bersentuhan dengan kelapa meliputi *stainless steel* 304 untuk rangka bagian dalam, poros pengupas, dan mata pisau, karena memiliki ketahanan korosi tinggi serta aman digunakan dalam industri pangan. Selain itu, untuk bantalan atau *bearing* yang digunakan dalam poros pengupas, dipilih jenis *bearing food grade* yang menggunakan pelumas aman untuk makanan. Bagian luar mesin yang tidak bersentuhan langsung dengan bahan pangan, seperti rangka utama dan penutup motor, dapat menggunakan *mild steel* dengan lapisan cat epoxy *food grade* untuk mencegah korosi dan memastikan keamanan dalam penggunaan jangka panjang.

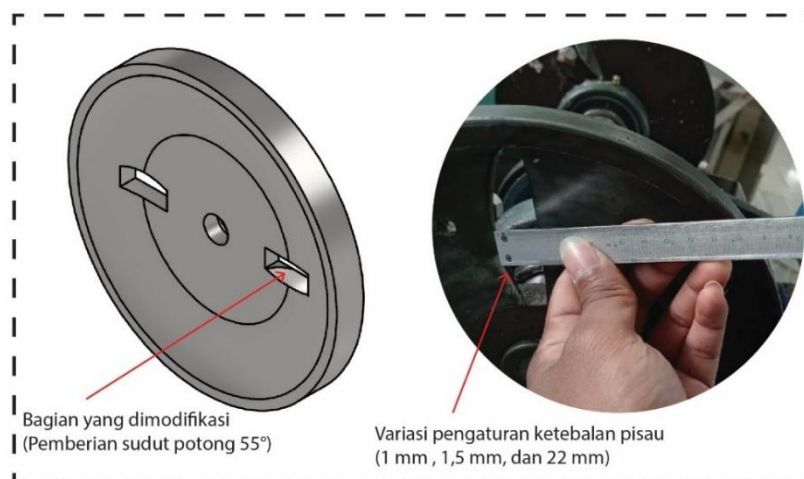
Metode pembuatan mesin ini diawali dengan perancangan menggunakan perangkat lunak desain CAD (*computer-aided design*) untuk memastikan setiap komponen memiliki dimensi yang tepat dan sesuai dengan standar keamanan pangan. Setelah desain selesai, langkah berikutnya adalah pemilihan material *food grade* sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Fabrikasi dimulai dengan pemotongan bahan menggunakan *laser cutting* atau *water jet cutting* untuk memastikan hasil potongan

yang presisi dan tidak meninggalkan residu yang berpotensi mencemari produk. Proses pembentukan komponen seperti poros dan dudukan mata pisau dilakukan dengan mesin *turning* dan *milling* untuk

mendapatkan toleransi yang presisi. Desain mesin diperlihatkan pada Gambar 1, sedangkan modifikasi piringan pisau diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 1. Desain mesin pengupas kulit ari kelapa.



Gambar 2. Modifikasi pisau pengupas kulit ari kelapa.

Tahap perakitan melibatkan pemasangan *bearing food grade* pada poros, penyambungan rangka dengan proses pengelasan TIG (*tungsten inert gas*) agar hasil sambungan lebih bersih dan tidak meninggalkan kontaminan yang dapat mencemari kelapa. Mata pisau dipasang pada poros pengupas

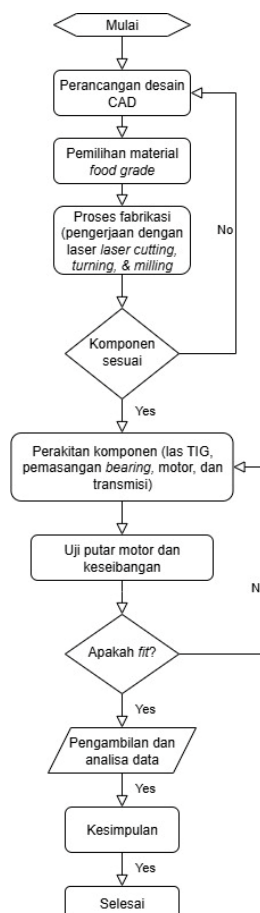
dengan sistem baut *stainless steel* yang mudah dilepas untuk keperluan pembersihan dan perawatan. Sistem penggerak menggunakan motor listrik dengan transmisi *pulley* dan *v-belt*, di mana *pulley* dibuat dari *stainless steel* untuk menjaga kebersihan dan daya tahan dalam lingkungan produksi makanan.

Setelah semua komponen terpasang, dilakukan pengujian awal dengan memeriksa keseimbangan putaran motor, ketepatan sistem transmisi, dan efisiensi pengupasan kulit ari kelapa dengan memberikan variasi ketebalan pisau yaitu 1 mm, 1,5 mm dan 2 mm serta dibandingkan dengan waktu pengupasan secara manual. Mesin kemudian diuji dengan bahan baku kelapa untuk memastikan hasil pengupasan sesuai standar tanpa meninggalkan

kontaminasi dari bahan *non-food grade*. Jika ditemukan kekurangan, dilakukan perbaikan atau penyesuaian ulang pada bagian tertentu sebelum mesin siap digunakan. Hasil rancang bangun mesin diperlihatkan pada Gambar 3. *Flowchart* penelitian yang menggambarkan langkah-langkah utama dalam pembuatan dan pengujian mesin pengupas kulit ari kelapa disajikan pada Gambar 4.



Gambar 3. Hasil rancang bangun mesin pengupas kulit ari kelapa.



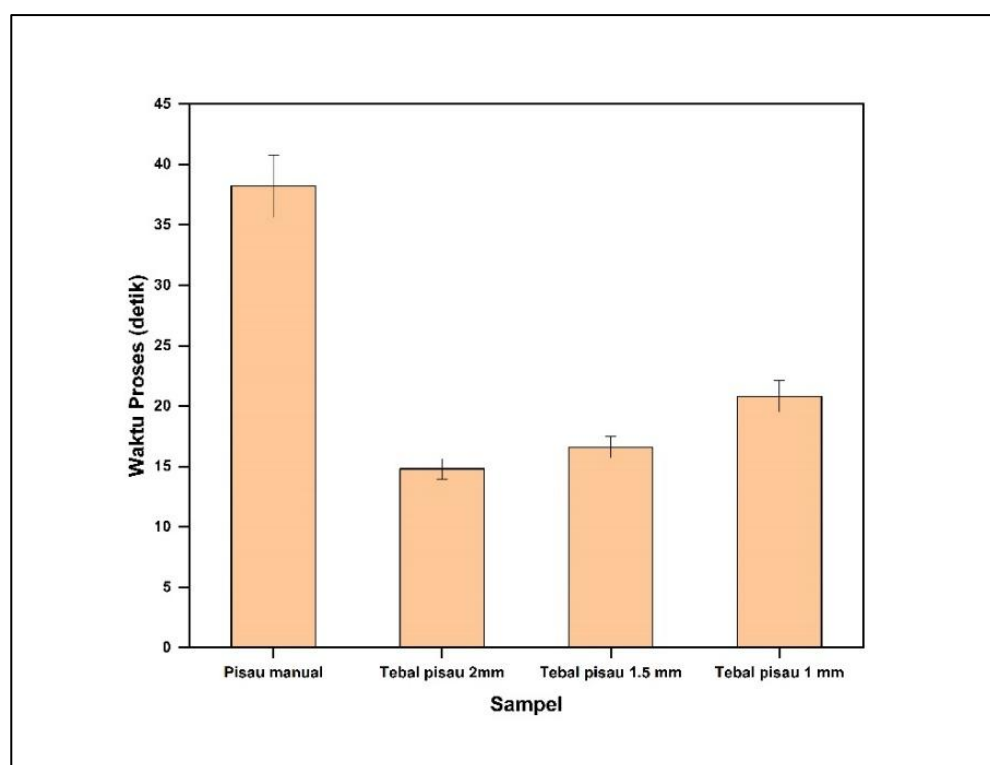
Gambar 4. *Flow chart* penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisa Waktu Proses Pengupasan Kulit Ari Kelapa

Hasil analisa waktu proses pengupasan kulit ari kelapa berdasarkan modifikasi ketebalan pisau dan proses manual diperlihatkan pada Gambar 5. Gambar 5 menunjukkan perbandingan waktu proses pengupasan kulit ari kelapa secara manual dan menggunakan mesin dengan variasi ketebalan pisau. Hasil analisa memperlihatkan bahwa pengupasan secara manual membutuhkan waktu paling lama,

yaitu sekitar 38–40 detik, sehingga metode ini tergolong tidak efisien. Sebaliknya, penggunaan mesin mampu menurunkan waktu proses secara signifikan. Pisau dengan ketebalan 2 mm menghasilkan waktu tercepat, yaitu sekitar 14–15 detik, yang menunjukkan bahwa pisau lebih tebal memberikan kestabilan dan ketajaman optimal dalam mengupas kulit ari. Pada pisau dengan ketebalan 1,5 mm, waktu proses meningkat sedikit menjadi 16–17 detik, sedangkan pisau 1 mm membutuhkan waktu lebih lama, yaitu 20–21 detik.



Gambar 5. Perbandingan waktu proses mesin menggunakan variasi ketebalan pisau dengan proses manual.

Hasil Analisa Kualitas Pengupasan Kulit Ari Kelapa

Hasil pengujian kualitas pengupasan kulit ari kelapa ditunjukkan pada Tabel 1. Sementara itu, hasil pengamatan tiap-tiap proses diperlihatkan pada Gambar 6. Hasil pengujian mesin pengupas kulit ari kelapa dengan variasi ketebalan pisau menunjukkan bahwa penggunaan pisau 1,5 mm menghasilkan waktu pengupasan $16,6 \pm 0,89$ detik/buah, lebih cepat dibanding metode manual ($38,2 \pm 2,59$ detik/buah) namun sedikit lebih lambat daripada pisau 2 mm ($14,8 \pm 0,84$ detik/buah). Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa mesin pengupas modern mampu mengurangi waktu pengupasan secara signifikan, seperti pada mesin pengupas sabut kelapa yang mencapai 7,45

detik/buah (Tooy *et al.*, 2024) atau mesin pengupas pepaya/kantalup dengan kecepatan 16,42–17,95 detik/buah pada RPM optimal (Thongsroy & Klajring, 2017). Namun, kecepatan yang lebih rendah pada pisau 1,5 mm dalam studi ini diimbangi dengan keunggulan kualitas yaitu 100% sampel (5/5) tidak memiliki sisa kulit ari (TKA), sementara pisau 2 mm dan 1 mm menunjukkan hasil yang kurang konsisten (TKA dan masih ada kulit ari/MKA). Hal ini konsisten dengan temuan Ru *et al.* (2018) dan Pan *et al.* (2015) yang menyatakan bahwa desain pisau dan ketebalan memengaruhi kualitas pengupasan, di mana presisi pisau lebih penting daripada kecepatan semata.

Penelitian sebelumnya juga menekankan pentingnya parameter mekanis seperti kecepatan

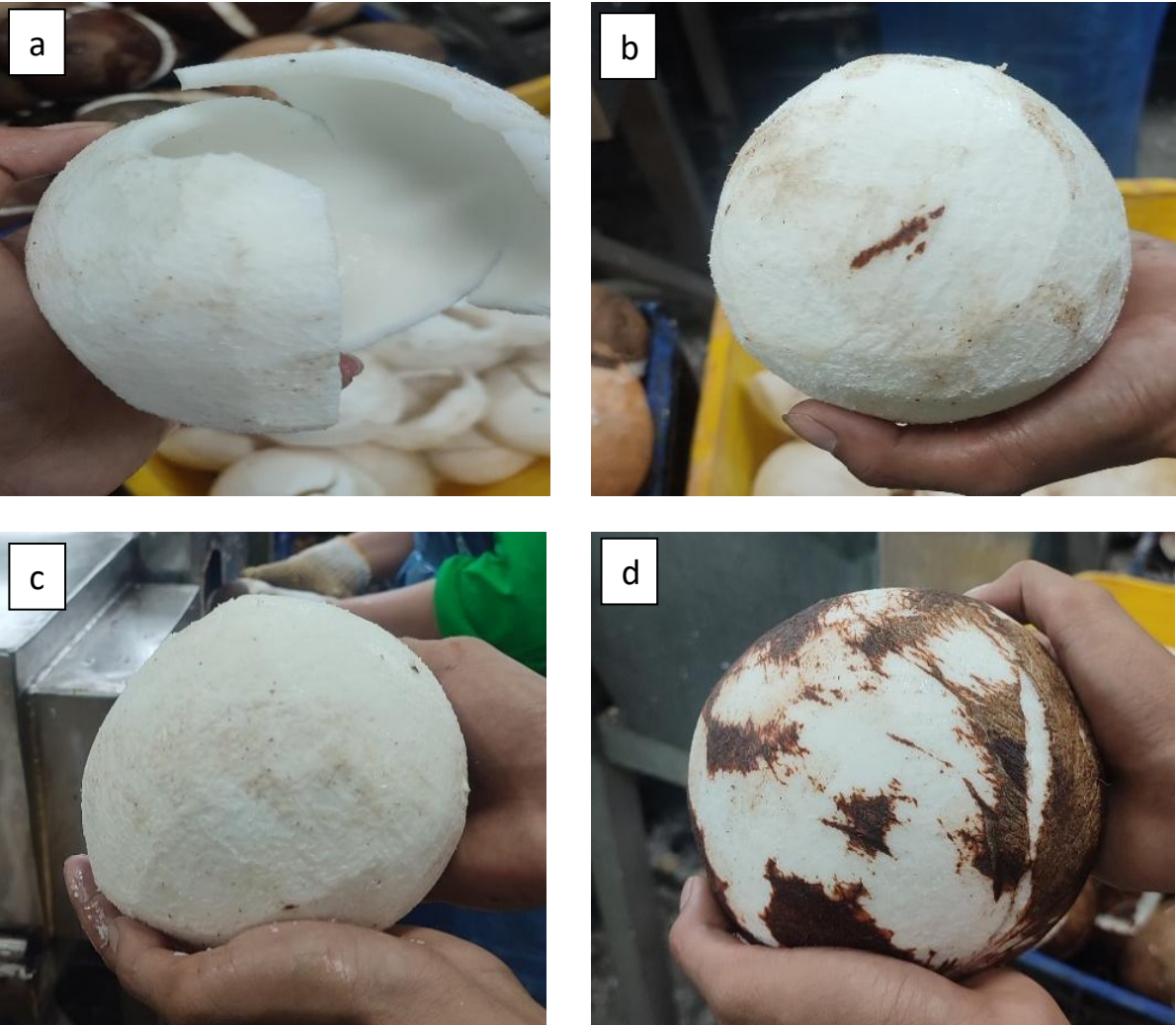
putaran (RPM) dan geometri pisau. Misalnya, studi Gana *et al.* (2020) menunjukkan bahwa efisiensi pengupasan singkong optimal pada 328 RPM dengan panjang pisau 2 mm, sementara Darmein *et al.* (2019) menyorel peran sudut pisau dalam menciptakan gaya geser untuk hasil bersih. Dalam konteks ini, mesin dengan pisau 1,5 mm (3406 RPM) dalam penelitian ini berhasil menggabungkan kecepatan

tinggi dan presisi, meskipun waktu pengupasan sedikit lebih lama daripada pisau 2 mm. Ini memperkuat temuan Ru *et al.* (2018) bahwa ketebalan pisau yang lebih tipis (1,5 mm dibandingkan 2 mm) dapat mengurangi kerusakan material target (daging kelapa) tanpa mengorbankan kualitas pengupasan.

Tabel 1. Hasil pengujian kualitas pengupasan kulit ari kelapa

Sampel kelapa	Kualitas pisau manual	Kualitas mesin (Tebal pisau 2 mm)	Kualitas mesin (Tebal pisau 1,5 mm)	Kualitas mesin (Tebal pisau 1 mm)
1	TKA	TKA	TKA	MKA
2	TKA	MKA	TKA	MKA
3	TKA	TKA	TKA	MKA
4	TKA	TKA	TKA	MKA
5	TKA	TKA	TKA	MKA

Keterangan: TKA = Tidak ada kulit ari; MKA = Masih ada kulit ari.



Gambar 6. Kualitas hasil pengupasan kulit ari kelapa (a) Pisau manual, (b) Mesin ketebalan pisau 2 mm, (c) Mesin ketebalan pisau 1,5 mm, (d) Mesin ketebalan pisau 1 mm.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini mendukung kesimpulan dari literatur bahwa optimasi ketebalan pisau dan kecepatan operasi merupakan kunci untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas (Ru *et al.*, 2018; Thongsroy & Klajring, 2017; Tooy *et al.*, 2024). Pisau 1,5 mm terbukti sebagai kombinasi optimal antara kecepatan dan kualitas, mengatasi keterbatasan metode manual (Thongsroy & Klajring, 2017) dan desain pisau tebal yang cenderung merusak daging (Darmein *et al.*, 2019; Gana *et al.*, 2020). Temuan ini juga sejalan dengan studi Mohamad *et al.* (2017) dan Pan *et al.* (2015) yang menunjukkan bahwa pendekatan mekanis (non-enzim/kimia) dapat mencapai hasil bersih dengan kerusakan minimal jika parameter desain dipilih secara cermat.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, disimpulkan bahwa penggunaan pisau berketebalan 1,5 mm pada mesin pengupas kulit ari kelapa dengan kecepatan 3406 RPM dan sudut 55° terbukti optimal dalam meningkatkan kualitas dan produktivitas. Meskipun membutuhkan waktu 16,6 detik per buah (sedikit lebih lama dibanding pisau 2 mm yang mencapai 14,8 detik), pisau ini menghasilkan pengupasan sempurna tanpa kulit ari (100% TKA). Konfigurasi ini mampu meningkatkan kapasitas produksi hingga 225 buah/jam atau 15 kali lebih cepat dibanding metode manual (38,2 detik/buah).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada Mayhcel Samsuddin, Nurhalisyah, dan Kristiawanto Pongga atas kontribusi berharga dan kerjasama yang luar biasa selama proses penelitian ini. Diskusi yang konstruktif, ide-ide kreatif, serta dedikasi yang diberikan telah menjadi kunci keberhasilan proyek pengembangan mesin pengupas kulit ari kelapa ini. Semangat kolaboratif dan komitmen yang ditunjukkan benar-benar menginspirasi. Kami berharap kerjasama yang baik ini dapat terus berlanjut dalam penelitian-penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

Darmein, R Usman, and Rusli. 2019. Angle setting between two cutters' blades of dried areca nut peeling machines due to increase its

production. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 536(1): 012091. DOI: 10.1088/1757-899X/536/1/012091.

Gana, IM, AA Shhu, and A Gbabo. 2020. Optimisation of mechanical cassava peeling system parameters. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 847(1): 012085. DOI: 10.1088/1757-899X/847/1/012085.

Jarimopas, B, and P Kusun. 2007. A young-coconut-fruit-opening machine. Biosystems Engineering. 98(2): 185–191. DOI: 10.1016/j.biosystemseng.2007.06.008.

Jarimopas, B, and N Ruttanadat. 2007. Development of a young coconut fruit trimming machine. Journal of Food Engineering. 79(3): 752–757. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2006.01.082.

Mohamad, NS, R Sulaiman, OM Lai, and N Hussain. 2017. Comparison between conventional and alternative peeling methods on peeling efficiencies of malaysian “chok anan” mango (*Mangifera indica* L.) fruit. International Food Research Journal. 24(5): 1934–1940.

Pan, H, Z Wang, H Chen, J Liu, Y Tong, and X Shi. 2015. Design and experiment on dual rollers peeling machine for satsuma mandarin. Nongye Gongcheng Xuebao/Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering. 31(12): 239–245. DOI: 10.11975/j.issn.1002-6819.2015.12.032.

Pandipperuma, OGS, RPD Niranjana, HKNU Kumarasiri, JR Gamage, and KHJ Mangala. 2021. Developing a coconut de-shelling mechanism for improved safety and productivity in virgin coconut oil production. MERCon 2021 - 7th International Multidisciplinary Moratuwa Engineering Research Conference Proceedings. Pp. 208–213. DOI: 10.1109/MERCon52712.2021.9525793.

Putera, P, F Herdian, SA Novita, Y Ernita, M Makky, and D Cherie. 2022. Design and development of coconut husk extraction machine. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 1097(1): 012039. DOI: 10.1088/1755-1315/1097/1/012039.

Ru, S, J Wang, and J Fan. 2018. Design and parameter optimization of removing coconut fiber device by bionic steel wire roller brush based on characteristics of claw-toe. Nongye Gongcheng Xuebao/Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering.

- 34(22): 27–35. DOI: 10.11975/j.issn.1002-6819.2018.22.004.
- Thongsroy, B, and V Klajring. 2017. Assessment on the efficiency of a papaya and cantaloupe fruit peeling machine. *Philippine Agricultural Scientist*. 100(3): 308–314. DOI: 10.11975/j.issn.1002-6819.2018.22.004.
- Tooy, D, F Wetapo, P Pasang, and TM Langi. 2024. Performance of several coconut coir peeling tools for peeling efficiency in coconut production centers. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*. 24(11): 25093–25104. DOI: 10.18697/ajfand.136.25085.
- Varghese, A, J Jacob, and AI Rajan. 2021. Design, development and testing of an auger-assisted semi-automatic coconut husking machine. *Journal of Food Process Engineering*. 44(3): e13638. DOI: 10.1111/jfpe.13638.