Jurnal PROTEMAN
Professional Technology and Manufacturing
Vol. 3 No. 1 (2026) 42 – 46 | ISSN: 3063-2773 (Media Online)

Rancang Bangun Alat Press Bermekanisme Tuas dan Pengaruh Suhu serta Waktu Pengepresan terhadap Kualitas Piring Pelepah Pinang

Yurizam[1], Raihan Haikal[1], Zulhendri[1*], Mulyadi[1]
[1]Program Studi Teknik Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Padang, Padang, Indonesia
*Corresponding author: zulhendri@pnp.ac.id

Abstract

Areca palm leaf sheaths can be moulded into disposable plates that replace single-use plastic tableware, but most reported moulding machines use hydraulic or pneumatic drives. This study designed and built a manual lever press with an electrically heated aluminium mould (Ø124 mm) and examined the effect of mould temperature and pressing time on plate quality. With an assumed operator force of 500 N, lever arms of 350 and 150 mm and 85% efficiency, the effective pressing force was 991.7 N and the mould pressure about 82 kPa. The frame and welds were safe under this load, the estimated mould heating time to 150 °C was about 2 min, and the machine cost Rp 2,518,728. Plates were pressed at 100, 125 and 150 °C for 1, 3 and 5 min, using sheaths 1.2, 2.0 and 3.0 mm thick respectively, and assessed visually and by manual pressing. Plates formed under all conditions; the best plate, fully formed with a smooth cream-brown surface, was obtained at 125 °C for 3 min with 2.0 mm sheath, whereas 150 °C and 5 min caused darkening, scorching and brittleness. Tests with controlled sheath thickness and moisture are needed to separate their effects.

Keywords: areca palm sheath, lever press, heated mould, pressing temperature, eco-friendly plate

Abstrak

Pelepah pinang merupakan sisa perkebunan yang dapat dicetak menjadi piring sekali pakai sebagai pengganti peralatan makan plastik. Sebagian besar mesin pencetak yang telah dilaporkan menggunakan penggerak hidrolik atau pneumatik. Penelitian ini merancang dan membuat alat press manual bermekanisme tuas dengan cetakan aluminium berdiameter 124 mm yang dipanaskan secara listrik, serta mengamati pengaruh suhu cetakan dan waktu pengepresan terhadap kualitas piring. Perhitungan rancangan dengan asumsi gaya operator 500 N, lengan tuas 350 dan 150 mm, serta efisiensi mekanisme 85% menghasilkan gaya tekan efektif 991,7 N dan tekanan cetakan sekitar 82 kPa. Rangka dan sambungan las aman terhadap beban tersebut, cetakan diperkirakan mencapai 150 °C dalam sekitar 2 menit, dan biaya pembuatan alat sebesar Rp 2.518.728. Piring dicetak pada suhu 100, 125, dan 150 °C selama 1, 3, dan 5 menit, dengan ketebalan pelepah berturut-turut 1,2; 2,0; dan 3,0 mm, lalu dinilai secara visual dan dengan uji tekan tangan. Piring terbentuk pada seluruh kondisi uji. Hasil terbaik, yaitu piring yang terbentuk sempurna dengan permukaan halus dan warna krem-cokelat merata, diperoleh pada 125 °C selama 3 menit dengan ketebalan 2,0 mm, sedangkan suhu 150 °C dan waktu 5 menit menyebabkan penghitaman, gosong, dan kerapuhan. Karena ketebalan pelepah berubah bersamaan dengan suhu, pengujian dengan ketebalan dan kadar air yang terkendali diperlukan untuk memisahkan pengaruh keduanya.

Kata kunci: pelepah pinang, alat press tuas, cetakan berpemanas, suhu pengepresan, piring ramah lingkungan

Diterima Redaksi : 12-10-2025 | Selesai Revisi : 09-11-2026 | Diterima : 09-11-2026

1. Pendahuluan

Peralatan makan sekali pakai berbahan plastik turut menyumbang pencemaran plastik di Indonesia, yang sebagian besar berasal dari daerah perdesaan dan kota kecil [1]. Pelepah daun pinang (*Areca catechu*) merupakan sisa perkebunan yang dapat dicetak panas menjadi piring dan wadah makanan sekali pakai yang mudah terurai [2], [3]. Di Sumatera Barat, pelepah pinang dari perkebunan umumnya belum dimanfaatkan dan sering dibakar [4].

Pembentukan piring dari pelepah pinang bergantung pada suhu, waktu, dan kadar air pelepah. Prasan dkk. [3] memperoleh kondisi pencetakan terbaik pada 170 °C selama 2 menit dengan kadar air pelepah 20–60%, sedangkan pada 150 °C bagian dasar piring retak; kehalusan permukaan yang meningkat pada waktu tekan lebih lama dikaitkan dengan pelunakan lignin. Kadar air pelepah dianjurkan dijaga di atas 5% agar tidak retak saat ditekan [2], [5], dan pembasahan pelepah meningkatkan kemampuan bentuknya serta menurunkan gaya pembentukan hingga 85% [6]. Ketebalan pelepah juga sangat bervariasi, yaitu 0,9–8,2 mm [5].

Mesin pencetak piring pelepah pinang yang telah dilaporkan umumnya memakai penggerak hidrolik atau pneumatik. Alat pencetak yang telah ada bekerja pada suhu 110–170 °C, waktu cetak 60–90 s, dan tekanan 500–800 kPa, dan pengembangannya diarahkan ke pres hidrolik otomatis untuk mengurangi beban kerja operator [7]. Safitri dkk. [8] mengendalikan suhu cetakan dengan PLC pada mesin pres hidrolik dan memperoleh kondisi terbaik 120 °C selama 15 s. Poudel [9] merancang mesin berpenggerak pedal kaki

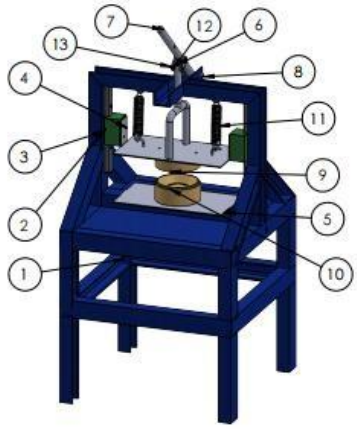
dengan pemanas 140 °C dan waktu tekan sekitar 15 s. Pada pelepah bambu, Dhewanto dan Maulana [10] memakai dongkrak hidrolik dengan tekanan 800 kPa, suhu 150–170 °C, dan waktu tekan 5 menit. Penelitian lain membahas pembuatan cetakan dengan mesin CNC [11], cetakan press baja ST 42 dengan suhu terbaik 150 °C [4], dan pres hidrolik panas berbahan bakar LPG untuk lembaran pelepah pinang yang landasannya melengkung akibat pemuaian termal [12].

Penggerak hidrolik, pneumatik, atau pemanas berbahan bakar gas memerlukan komponen tambahan yang menaikkan biaya dan kerumitan alat bagi produsen skala kecil. Pada penelusuran pustaka yang dilakukan, alat press manual bermekanisme tuas dengan cetakan berpemanas listrik masih jarang dilaporkan, terutama yang disertai perhitungan gaya tekan dan data pengaruh suhu serta waktu tekan terhadap hasil cetak. Penelitian ini bertujuan merancang dan membuat alat press piring pelepah pinang bermekanisme tuas dengan cetakan aluminium berpemanas listrik, menghitung gaya tekan, tekanan cetakan, kekuatan rangka, dan kebutuhan panasnya, serta mengamati pengaruh suhu dan waktu pengepresan terhadap kualitas piring yang dihasilkan.

2. Metode Penelitian

2.1 Rancangan Alat

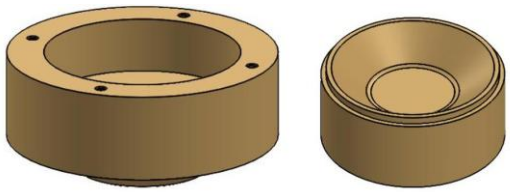
Rancangan alat dibuat dengan perangkat lunak SolidWorks dan ditunjukkan pada Gambar 1, sedangkan daftar komponennya disajikan pada Tabel 1. Rangka dibuat dari baja kanal U (UNP 50) yang dipotong bersudut 45° dan disambung dengan las. Cetakan atas dan bawah dibuat dari batang aluminium Ø127 mm yang dibubut menjadi Ø124 mm, dengan dinding cetakan bersudut 55° sesuai profil piring (Gambar 2). Setiap cetakan memiliki rongga Ø90 mm sedalam 20 mm untuk elemen pemanas listrik 220 V berdaya 3000 W dan lubang baut M6 untuk dudukan pada pelat dasar. Suhu cetakan diukur dengan termokopel tipe K dan diatur dengan termostat REX-C100. Pelat dasar atas bergerak naik-turun pada *rail guide* dan *linear block bearing*, ditekan oleh tuas pipa Ø20 × 500 mm melalui garpu tuas, dan dikembalikan oleh dua pegas tarik setelah pengepresan.



Gambar 1. Rancangan alat press; nomor bagian sesuai Tabel 1

Tabel 1. Daftar komponen alat press

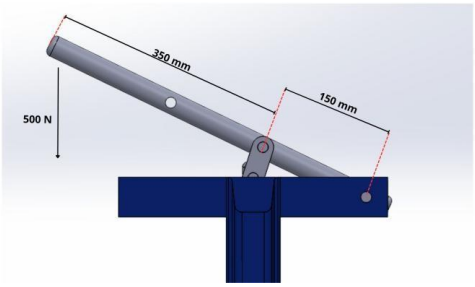
No	Nama bagian	Bahan	Ukuran (mm)	Jml
1	Rangka	UNP 50	50 × 35 × 3	20
2	Rail guide	Stainless	200 × 20 × 20	2
3	Linear block bearing	Baja	77 × 44 × 30	3
4	Pelat dasar atas	ST 37	330 × 150	1
5	Pelat dasar bawah	ST 37	330 × 150	1
6	Garpu tuas	Pipa besi	Ø20 × 100	4
7	Tuas	Pipa besi	Ø20 × 500	1
8	Pin titik tumpu	Baut M8	Ø8 × 70	1
9	Cetakan atas	Aluminium	Ø124 × 55	1
10	Cetakan bawah	Aluminium	Ø124 × 55	1
11	Pegas tarik	Baja	Ø24 × 150	2
12	Engsel tuas	ST 37	50 × 20 × 3	2
13	Pin engsel	Baut M8	Ø8 × 50	2



Gambar 2. Cetakan aluminium: (a) cetakan atas, (b) cetakan bawah

2.2 Perhitungan Rancangan

Mekanisme tuas ditunjukkan pada Gambar 3. Gaya keluaran tuas dihitung dari keseimbangan momen terhadap titik tumpu dan dikoreksi dengan efisiensi mekanisme:



Gambar 3. Mekanisme tuas

$$F_{out} = F_{in} \cdot L_{in} / L_{out} \quad (1)$$

$$F_{ef} = \eta \cdot F_{out} \quad (2)$$

dengan F_{in} gaya tangan operator (N), L_{in} dan L_{out} panjang lengan gaya dan lengan beban (m), dan η efisiensi mekanisme. Gaya operator diasumsikan 500 N, L_{in} = 0,35 m, L_{out} = 0,15 m, dan η = 85%. Tekanan pada cetakan dihitung dari luas penampang cetakan berdiameter d:

$$p = F_{ef} / A, \quad A = \pi d^2/4 \quad (3)$$

Tegangan normal pada batang rangka kanal U dengan tinggi h, lebar sayap b, dan tebal t dihitung dengan:

$$\sigma = F / A_s, \quad A_s = h \cdot t + 2(b - t) \cdot t \quad (4)$$

Kapasitas izin sambungan las tumpul (*single-V butt joint*) dengan tebal las t_w, panjang las L_w, tegangan luluh bahan σ_y = 235 MPa, dan faktor keamanan SF = 2 dihitung dengan:

$$P_{izin} = 0{,}6\ \sigma_y \cdot t_w \cdot L_w / SF \quad (5)$$

Kebutuhan panas untuk memanaskan cetakan bermassa m dengan kalor jenis c sebesar ΔT, serta waktu pemanasan dengan daya pemanas P, dihitung dengan:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad (6)$$

$$t = Q / P \quad (7)$$

Massa cetakan diambil 1,5 kg, kalor jenis aluminium 900 J/kg·°C, suhu awal 20 °C dan suhu akhir 150 °C, serta daya pemanas efektif 50% dari 3000 W, yaitu 1500 W.

2.3 Bahan dan Prosedur Pengujian



Gambar 4. Pelepah pinang

Bahan uji adalah pelepah pinang muda yang telah kering (Gambar 4). Pelepah dibersihkan dari kotoran dan dipotong sesuai ukuran cetakan dengan massa sekitar 50 g per spesimen. Pengujian dilakukan pada suhu cetakan 100, 125, dan 150 °C dengan waktu pengepresan 1, 3, dan 5 menit. Ketebalan pelepah yang digunakan adalah 1,2 mm pada 100 °C, 2,0 mm pada 125 °C, dan 3,0 mm pada 150 °C, sehingga terdapat sembilan kombinasi. Cetakan dipanaskan hingga suhu setelan, pelepah diletakkan di atas cetakan bawah, tuas ditekan selama waktu yang ditentukan, lalu cetakan dibuka dan piring dikeluarkan. Setiap kombinasi dilakukan minimal tiga kali.

Hasil cetakan dinilai secara visual terhadap bentuk, warna, kehalusan permukaan, dan cacat (cacat tepi, noda gosong), serta dengan uji tekan tangan untuk menilai elastisitas dan kerapuhan piring. Biaya pembuatan alat dihitung dari harga komponen standar, bahan habis pakai, dan ongkos pembuatan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Perhitungan Rancangan

Dari persamaan (1), gaya keluaran tuas adalah F_{out} = 500 × 0,35/0,15 = 1.166,7 N, dan dari persamaan (2) gaya tekan efektif F_{ef} = 0,85 × 1.166,7 = 991,7 N. Luas penampang cetakan Ø124 mm adalah 0,01208 m^2, sehingga tekanan cetakan menurut persamaan (3) sebesar 82,1 kPa. Untuk rangka kanal U dengan h = 50 mm, b = 35 mm, dan t = 3 mm, luas penampang A_s = 342 mm^2. Jika seluruh gaya tekan 991,7 N dianggap ditumpu satu batang rangka, tegangan normalnya 2,90 MPa, jauh di bawah tegangan luluh 235 MPa. Sambungan las dengan t_w = 2 mm dan L_w = 50 mm memiliki kapasitas izin 7.050 N, lebih besar dari gaya tekan. Kebutuhan panas cetakan menurut persamaan (6) sebesar 175,5 kJ, dan waktu pemanasan menurut persamaan (7) sekitar 117 s atau 2 menit. Ringkasan hasil perhitungan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Ringkasan hasil perhitungan rancangan

Besaran	Nilai
Gaya keluaran tuas, F_{out}	1.166,7 N
Gaya tekan efektif, F_{ef} (η = 85%)	991,7 N
Tekanan cetakan, p	82,1 kPa
Tegangan normal rangka, σ	2,90 MPa
Kapasitas izin las, P_{izin}	7.050 N
Kebutuhan panas cetakan, Q	175,5 kJ
Waktu pemanasan (estimasi), t	±2 menit

Tekanan cetakan 82,1 kPa jauh lebih rendah daripada tekanan 500–800 kPa pada alat pencetak yang telah ada [7] dan 800 kPa pada pencetak pelepah bambu berpenggerak dongkrak hidrolik [10]. Tekanan yang rendah ini merupakan konsekuensi penggunaan tenaga tangan melalui tuas dengan rasio 2,33. Waktu pemanasan 2 menit merupakan estimasi ideal karena kehilangan panas ke udara dan ke pelat dasar belum diperhitungkan, sehingga waktu aktual diperkirakan lebih lama dan perlu diverifikasi dengan pengukuran.

3.2 Hasil Pengujian Cetak

Hasil pengamatan kesembilan kombinasi disajikan pada Tabel 3, dan contoh hasil cetak pada waktu tekan 1, 3, dan 5 menit ditunjukkan pada Gambar 5. Piring dapat terbentuk pada seluruh kombinasi, tetapi kualitasnya berbeda menurut suhu, waktu, dan ketebalan. Hasil terbaik diperoleh pada kombinasi ke-5 (125 °C, 3 menit, 2,0 mm), yaitu piring terbentuk sempurna, rapi, dan berwarna krem-cokelat.

Tabel 3. Hasil pengamatan piring pelepah pinang

No	Suhu (°C)	Waktu (menit)	Tebal (mm)	Hasil pengamatan
1	100	1	1,2	Terbentuk; serat jelas, sedikit elastis, permukaan halus, warna krem muda
2	100	3	1,2	Terbentuk sempurna; sebagian menghitam, rapuh
3	100	5	1,2	Terbentuk sempurna; mudah rapuh, warna lebih gelap
4	125	1	2,0	Terbentuk; permukaan halus, krem-cokelat, sedikit cacat tepi
5	125	3	2,0	Terbentuk sempurna; rapi, krem-cokelat
6	125	5	2,0	Terbentuk; sebagian permukaan menghitam, mudah rapuh
7	150	1	3,0	Terbentuk; permukaan kasar, noda gosong di tepi bawah
8	150	3	3,0	Terbentuk sempurna; permukaan kasar, banyak bercak hitam
9	150	5	3,0	Terbentuk; kering, mudah rapuh, sebagian permukaan hitam

3.3 Pengaruh Suhu dan Waktu Pengepresan

Pada 100 °C, waktu tekan 1 menit menghasilkan piring berwarna krem muda yang sedikit elastis dengan serat yang masih jelas, sedangkan waktu 3 dan 5 menit menghasilkan piring yang terbentuk sempurna tetapi menghitam sebagian dan rapuh. Pada 125 °C, waktu 1 menit masih meninggalkan sedikit cacat tepi, waktu 3 menit memberikan hasil terbaik, dan waktu 5 menit kembali menimbulkan penghitaman dan kerapuhan.

Pada 150 °C, permukaan piring kasar dan bernoda gosong pada semua waktu tekan, dan pada 5 menit piring menjadi kering dan mudah rapuh. Dengan demikian, kenaikan suhu dan waktu tekan sampai batas tertentu memperbaiki bentuk piring, tetapi pemanasan yang berlebihan menyebabkan penghitaman, gosong, dan kerapuhan.



Gambar 5. Hasil cetak dengan waktu tekan (a) 1 menit, (b) 3 menit, dan (c) 5 menit

Kerapuhan pada waktu tekan yang lama diduga berkaitan dengan berkurangnya kadar air pelepah selama pemanasan, karena pelepah berkadar air rendah menjadi kaku dan mudah retak [3], [5]. Pelepah yang digunakan dalam penelitian ini sudah dalam kondisi kering sebelum dicetak, sedangkan Prasan dkk. [3] menganjurkan kadar air 20–60%. Hal ini juga dapat menjelaskan perbedaan dengan [3], yang memperoleh hasil terbaik pada 170 °C selama 2 menit, sementara pada penelitian ini suhu 150 °C sudah menimbulkan noda gosong.

Suhu terbaik 125 °C berada dalam rentang 110–170 °C pada alat pencetak yang telah ada [7] dan dekat dengan 120 °C pada mesin berkendali PLC [8] serta 140 °C pada mesin berpedal kaki [9], tetapi lebih rendah daripada 150 °C pada cetakan baja ST 42 [4]. Waktu tekan terbaik 3 menit jauh lebih lama daripada 15–90 s pada mesin berpenggerak hidrolik dan pedal [7]–[9], tetapi sebanding dengan 2–3 menit pada [3] dan 5 menit pada pencetakan pelepah bambu [10]. Waktu tekan yang lebih lama ini diduga berkaitan dengan tekanan cetakan alat tuas yang jauh lebih rendah daripada pres hidrolik (subbab 3.1), sehingga pembentukan lebih bergantung pada pemanasan.

3.4 Biaya Pembuatan

Biaya pembuatan alat disajikan pada Tabel 4. Total biaya sebesar Rp 2.518.728, yang terdiri atas komponen standar, bahan habis pakai, dan ongkos pembuatan. Komponen alat (Tabel 1) menggunakan bahan dan ukuran standar yang mudah diperoleh, dan tidak memerlukan pompa hidrolik, kompresor, atau bahan bakar gas.

3.5 Keterbatasan Penelitian

Kualitas piring dinilai secara visual dan dengan uji tekan tangan, belum dengan pengujian mekanik dan daya serap air yang terukur. Ketebalan pelepah berubah bersamaan dengan suhu, sehingga pengaruh suhu dan ketebalan tidak dapat dipisahkan, dan kadar air pelepah belum diukur. Gaya operator dan efisiensi mekanisme merupakan asumsi rancangan, sedangkan gaya tekan aktual, suhu permukaan cetakan, dan waktu pemanasan belum diukur. Penelitian ini juga belum membandingkan waktu siklus dan beban kerja operator antara mekanisme tuas dan penggerak lain secara terukur.

Tabel 4. Ringkasan biaya pembuatan alat

Komponen biaya	Biaya (Rp)
Komponen standar	1.275.000
Bahan habis pakai	518.728
Ongkos pembuatan	725.000
Total	2.518.728

4. Kesimpulan

Alat press piring pelepah pinang bermekanisme tuas dengan cetakan aluminium Ø124 mm berpemanas listrik 3000 W telah dirancang dan dibuat dengan biaya Rp 2.518.728. Dengan gaya operator 500 N, tuas berlengan 350 dan 150 mm menghasilkan gaya tekan efektif 991,7 N dan tekanan cetakan sekitar 82 kPa; rangka dan sambungan las aman terhadap gaya tersebut, dan cetakan diperkirakan mencapai 150 °C dalam sekitar 2 menit.

Piring dapat terbentuk pada seluruh kombinasi uji. Hasil terbaik diperoleh pada suhu 125 °C, waktu tekan 3 menit, dan ketebalan pelepah 2,0 mm, sedangkan suhu 150 °C dan waktu tekan 5 menit menyebabkan penghitaman, gosong, dan kerapuhan. Penelitian lanjutan disarankan mengukur gaya tekan aktual dan suhu permukaan cetakan, mengulang pengujian dengan ketebalan dan kadar air pelepah yang terkendali, melakukan uji mekanik dan daya serap air piring, serta membandingkan waktu siklus alat ini dengan alat berpenggerak lain.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada sivitas akademika Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Padang atas fasilitas yang diberikan dalam perancangan, pembuatan, dan pengujian alat ini.

Daftar Rujukan

[1] I. Rucevska, M. Ch. Tsakona, and B. Wermter, “Sustainability of plastic waste management through voluntary initiatives: A case study in Indonesia,” *Cambridge Prisms: Plastics*, vol. 2, Art. no. e33, 2024, doi: 10.1017/plc.2024.33.

[2] P. Sungsee, N. Khundamri, W. Wongklang, A. Tripetch, P. Saetiaw, and S. Rattanapan, “Effect of alkaline treatment on physical and tensile properties of areca leaf sheaths (ALSs) used for biodegradable ALS plate production,” *Journal of Engineering and Technological Sciences*, vol. 54, no. 6, pp. 1189–1199, 2022, doi: 10.5614/j.eng.technol.sci.2022.54.6.7.

[3] L. Prasan, C. Jumpholkul, R. Nikhom, and W. Naebpetch, “Influence of molding condition and moisture content of arecanut leaf sheath on quality of food plates,” *ASEAN J. Sci. Tech. Report.*, vol. 28, no. 1, Art. no. e254700, 2025, doi: 10.55164/ajstr.v28i1.254700.

[4] M. R. Araliz, E. Adril, D. Budiman, and M. Mutia, “Rancang bangun cetakan alat press pelepah pinang menjadi wadah makanan ramah lingkungan untuk UMKM,” *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 18, no. 1, pp. 56–65, 2025, doi: 10.30630/jtm.18.1.1846.

[5] O.-K. Jong, S. A. Nasharidan, A. H. Abdul Rashid, N. M. Main, Y. T. Mi, M. N. Roslan, and S. R. Masrol, “Factorial

analysis of tensile properties of areca leaf sheath (ALS) subjected to flattening," *International Journal of Integrated Engineering*, vol. 13, no. 2, pp. 82–89, 2021, doi: 10.30880/ijie.2021.13.02.010.

[6] D. P. Mohanty, A. Udupa, A. R. Anilchandra, J. B. Mann, and S. Chandrasekar, "A study of formability of palm leaf materials using limiting dome height testing," *MRS Communications*, vol. 11, no. 5, pp. 662–668, 2021, doi: 10.1557/s43579-021-00094-0.

[7] S. Hafids and Y. Yernisa, "Pengembangan alat pencetak piring pelepah pinang (*Areca catechu* L.) dengan menggunakan metode quality function deployment," *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, vol. 8, no. 2, pp. 236–243, 2020, doi: 10.29303/jrpb.v8i2.185.

[8] H. K. Safitri, M. Rifa'i, and R. A. Prakoso, "Desain dan analisis kontrol temperature mold pada mesin pencetak piring pelepah pohon palm," *Jurnal ELTEK*, vol. 19, no. 1, 2021, doi: 10.33795/eltek.v19i1.286.

[9] K. Poudel, "Design and development of foot operated areca-nut leaf plate manufacturing machine," *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 2022, doi: 10.22214/ijraset.2022.39782.

[10] S. A. Dhewanto and D. Maulana, "Pembuatan alat pembentuk produk piring berbahan pelepah bambu," *Teknoin*, vol. 28, no. 2, pp. 42–52, 2023, doi: 10.20885/teknoin.vol28.iss2.art5.

[11] F. Firdaus, Marzuki, and Syamsuar, "Desain dan pembuatan mold dan dies pencetak piring dari pelepah pinang menggunakan mesin CNC milling VMC50E," *Jurnal Mesin Sains Terapan*, vol. 9, no. 1, pp. 49–53, 2025.

[12] Muslimah, K. Kristiandi, Nuria, E. Astuti, and Novita, "Pembuatan alat hydraulic hot press sebagai teknologi tepat guna dalam pencetakan totebag dari lembaran pelepah pinang," *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, vol. 9, no. 2, pp. 258–264, 2025, doi: 10.30588/jeemm.v9i2.2419.