

Pengaruh Kecepatan Udara Terhadap Penurunan Kadar Air Keripik Pisang pada Pengeringan Suhu 70°C

¹Adril David Winastra, ² Fatkur Rohman

^{1,2} Teknik Mesin, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: *¹adrildvd31@gmail.com, ²fatkurrohman@unpkediri.ac.id

Penulis Korespondens : Adril David Winastra

Abstrak—Pisang (*Musa paradisiaca*) merupakan komoditas hortikultura yang melimpah di Indonesia dan banyak diolah menjadi keripik pisang. Salah satu faktor kritis dalam produksi keripik pisang berkualitas tinggi adalah proses pengeringan yang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi kecepatan udara (2 m/s dan 3 m/s) terhadap penurunan kadar air keripik pisang pada suhu pengeringan konstan 70°C menggunakan pengering konveksi paksa. Sampel keripik pisang kepok dengan ketebalan 2 mm dikeringkan selama 300 menit dengan pengukuran setiap 30 menit interval. Pengujian kadar air dilakukan menggunakan metode gravimetri berdasarkan SNI 01-2714-1999. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan udara 3 m/s menghasilkan laju penurunan kadar air yang lebih tinggi dibandingkan kecepatan 2 m/s pada suhu pengeringan yang sama, sejalan dengan peningkatan koefisien perpindahan massa konveksi. Keripik pisang dengan kecepatan udara 3 m/s mencapai kadar air di bawah batas maksimum SNI (5% bb) dalam waktu lebih singkat.

Kata Kunci— keripik pisang, kecepatan udara, kadar air, pengeringan konveksi, suhu 70°C

Abstract—Banana (*Musa paradisiaca*) is one of the most abundant horticultural commodities in Indonesia, widely processed into banana chips. One critical factor in producing high-quality banana chips is the proper drying process. This study aims to analyze the effect of air velocity variations (2 m/s and 3 m/s) on the moisture content reduction of banana chips at a constant drying temperature of 70°C using a forced convection dryer. Kepok banana chip samples with a thickness of 2 mm were dried for 300 minutes with measurements at 30-minute intervals. Moisture content testing was performed using the gravimetric method based on SNI 01-2714-1999. The results showed that an air velocity of 3 m/s produced a higher rate of moisture content reduction compared to 2 m/s at the same drying temperature, consistent with the increased convective mass transfer coefficient. Banana chips dried at 3 m/s reached moisture content below the maximum SNI limit (5% wb) in a shorter time.

Keywords— air velocity, banana chips, convective drying, moisture content, 70°C temperature

This is an open access article under the CC BY-SA License.



I. PENDAHULUAN

Pisang (*Musa paradisiaca* L.) merupakan salah satu buah tropis yang paling banyak diproduksi dan dikonsumsi di Indonesia. Menurut data Badan Pusat Statistik, produksi pisang Indonesia mencapai lebih dari 8 juta ton per tahun, menjadikannya komoditas hortikultura

dengan nilai ekonomi yang sangat tinggi [1]. Namun demikian, sifat buah pisang yang mudah rusak (*perishable*) menyebabkan tingginya angka kehilangan pascapanen, sehingga diperlukan pengolahan lebih lanjut untuk memperpanjang umur simpan sekaligus meningkatkan nilai jualnya.

Salah satu produk olahan pisang yang populer di Indonesia adalah keripik pisang. Keripik pisang diproduksi melalui proses pengupasan, pengirisan, penggorengan atau pengeringan, serta pengemasan. Dalam proses pengeringan, penurunan kadar air merupakan parameter kritis yang menentukan kualitas, kerenyahan, dan daya simpan produk akhir [2]. Standar Nasional Indonesia (SNI 01-4305-1996) menetapkan batas maksimum kadar air keripik pisang sebesar 5% berat basah (bb).

Pengeringan dengan udara panas merupakan metode yang paling umum digunakan dalam industri pangan. Proses ini melibatkan dua mekanisme utama, yaitu perpindahan panas dari udara pengering ke permukaan bahan dan perpindahan massa air dari bahan ke udara pengering [3]. Efisiensi pengeringan sangat dipengaruhi oleh parameter operasional meliputi suhu udara, kecepatan aliran udara, kelembaban relatif udara, serta sifat fisik dan kimia bahan yang dikeringkan.

Kecepatan aliran udara merupakan salah satu variabel operasional yang signifikan mempengaruhi laju pengeringan. Peningkatan kecepatan udara akan meningkatkan koefisien perpindahan massa konveksi di permukaan bahan, sehingga air yang teruapkan dari permukaan bahan akan lebih cepat terbawa oleh aliran udara. Penelitian yang dilakukan oleh Elangovan dan Natarajan (2021) menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan aliran udara pada pengering surya paksa secara signifikan mempercepat proses pengeringan pisang merah [4]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan aliran udara memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai difusivitas efektif kelembaban pada bahan.

Pada suhu pengeringan 70°C, proses pengeringan keripik pisang berlangsung optimal tanpa menyebabkan kerusakan termal yang berlebihan pada komponen gizi maupun sifat organoleptik produk. Penelitian Kushwah et al. (2022) menyatakan bahwa pengeringan pisang pada suhu 70°C menggunakan sistem pompa panas menghasilkan produk dengan kualitas yang baik [5]. Lebih lanjut, studi kinetika pengeringan oleh Dewi et al. (2024) pada keripik pisang dengan pengering tipe rak pada suhu 70°C memperoleh laju pengeringan awal tertinggi pada 30 menit pertama [1].

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh variasi kecepatan udara yaitu 2 m/s dan 3 m/s terhadap penurunan kadar air keripik pisang kepok pada suhu pengeringan konstan 70°C, sehingga diperoleh kondisi operasi yang optimal untuk menghasilkan keripik pisang dengan kadar air yang memenuhi standar SNI.

II. METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Nusantara PGRI Kediri. Bahan baku yang digunakan adalah pisang kepok (*Musa paradisiaca* var. kepok) dengan tingkat kematangan yang seragam, diperoleh dari pasar lokal Kediri. Pisang dikupas, diiris setebal 1- 2 mm menggunakan alat pengiris manual, kemudian direndam dalam larutan garam

1% selama 10 menit untuk mencegah pencoklatan enzimatis. Sampel ditiriskan sebelum dimasukkan ke dalam pengering.

A. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan meliputi: (1) pengering konveksi paksa (*cabinet tray dryer*) dengan kapasitas 5 kg, dilengkapi elemen pemanas listrik dan blower kecepatan variabel; (2) anemometer digital untuk mengukur kecepatan aliran udara; (3) termokopel tipe K dan data logger untuk pemantauan suhu; (4) timbangan analitik dengan ketelitian 0,01 g; (5) oven laboratorium untuk uji kadar air; (6) desikator dan cawan porselen.

B. Prosedur Penelitian

Irisan keripik pisang seberat 200 g per percobaan diletakkan pada tray pengering secara merata dengan ketebalan satu lapis (*single layer*). Pengering dioperasikan pada suhu 70°C dengan dua variasi kecepatan udara: 2 m/s dan 3 m/s. Pengeringan dilakukan selama 300 menit dengan pengamatan dan penimbangan sampel setiap 30 menit sekali. Setiap perlakuan diulang sebanyak tiga kali ($n=3$) untuk memastikan keandalan data [6].

Pengukuran kadar air dilakukan dengan metode gravimetri sesuai SNI 01-2714-1999. Sampel seberat ± 5 g dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 3 jam, kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang. Kadar air dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$KA (\% \text{ bb}) = [(W_1 - W_2) / W_1] \times 100\%$$

Keterangan: W_1 = berat sampel sebelum pengeringan (g); W_2 = berat sampel setelah pengeringan (g)

C. Analisis Data

Data kadar air yang diperoleh dianalisis menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor dengan dua taraf perlakuan. Analisis sidik ragam (ANOVA) dilakukan pada taraf signifikansi 5% untuk menentukan pengaruh nyata kecepatan udara terhadap penurunan kadar air. Jika terdapat perbedaan nyata, dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil). Laju pengeringan dihitung dari selisih kadar air antar interval waktu pengamatan [7].

Rumus yang digunakan:

1. Rata- Rata Berat Sampel

Rata-rata berat sampel pada setiap waktu pengamatan dihitung dengan rumus:

$$W_t = \frac{\sum W_t}{n} \#(1)$$

Keterangan:

- W_t = rata-rata berat sampel pada waktu ke-ttt (g)
- $\sum W_t$ = jumlah seluruh berat sampel pada waktu ke-ttt (g)
- n = jumlah sampel

Pada penelitian ini:

$$n=10$$

2. Penurunan bobot

Penurunan bobot selama pengeringan dihitung dari selisih antara berat awal dan berat akhir:

Karena berat akhir penelitian diambil pada **menit ke-90**, maka:

$$\Delta W = W_0 - W_{90} \#(2)$$

Keterangan:

- ΔW = penurunan bobot (g)
- W_0 = berat rata-rata awal (g)
- W_{90} = berat rata-rata akhir pada menit ke-90 (g)

3. Persentase penurunan bobot

Persentase penurunan bobot dihitung menggunakan rumus:

$$\begin{aligned} & \% \text{Penurunan Bobot} \\ & = \frac{W_0 - W_{90}}{W_0} \times 100\% \end{aligned} \quad (3)$$

Keterangan:

- %Penurunan Bobot = persentase penurunan bobot (%)
- W_0 = berat rata-rata awal (g)
- W_{90} = berat rata-rata akhir (g)

4. Laju Pengeringan

Laju pengeringan dihitung berdasarkan selisih berat awal dan berat akhir dibagi lama waktu pengeringan:

$$LP = \frac{W_0 - W_{90}}{t} \#(4)$$

Keterangan:

- LP = laju pengeringan (g/menit)
- W_0 = berat rata-rata awal (g)
- W_{90} = berat rata-rata akhir (g)
- t = lama pengeringan (menit)

Pada penelitian ini:

t=90 menit

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran penurunan kadar air keripik pisang kepok selama proses pengeringan pada suhu 70°C dengan dua variasi kecepatan udara disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2 di bawah ini. Data pada tabel merupakan formulir pengisian hasil uji yang dapat diisi langsung setelah pelaksanaan percobaan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kecepatan udara terhadap penurunan bobot keripik pisang selama proses pengeringan menggunakan oven kompor LPG pada suhu tetap 70°C. Variasi kecepatan udara yang digunakan adalah 2 m/s dan 3 m/s dengan waktu pengamatan selama 90 menit pada interval 30 menit.

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa berat keripik pisang mengalami penurunan secara bertahap pada setiap waktu pengeringan. Penurunan berat ini terjadi akibat penguapan air yang terkandung di dalam bahan selama proses pengeringan. Semakin lama waktu pengeringan, semakin banyak air yang menguap sehingga berat sampel semakin berkurang.

Tabel 1. Rata-rata berat keripik pisang selama proses pengeringan

Waktu (menit)	2 m/s (g)	3 m/s (g)
0	1,549	1,595
30	1,343	1,380
60	0,858	1,037
90	0,588	0,619

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa pada kedua perlakuan terjadi penurunan berat yang cukup signifikan selama proses pengeringan. Pada kecepatan udara 2 m/s, berat rata-rata sampel menurun dari 1,549 g menjadi 0,588 g setelah 90 menit pengeringan. Sementara itu, pada kecepatan udara 3 m/s berat rata-rata turun dari 1,595 g menjadi 0,619 g. Penurunan berat tersebut menunjukkan bahwa proses perpindahan panas dan massa berlangsung secara kontinu sehingga air bebas di dalam jaringan pisang secara bertahap menguap.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa sebagian besar penurunan berat terjadi pada 60 menit pertama. Hal ini disebabkan karena pada tahap awal pengeringan kandungan air bebas masih tinggi sehingga proses evaporasi berlangsung lebih cepat. Setelah memasuki menit ke-60 hingga menit ke-90, laju penurunan berat mulai melambat akibat berkurangnya kandungan air bebas dan tersisnya air yang lebih kuat terikat pada jaringan bahan.

Tabel 2. Penurunan bobot dan laju pengeringan keripik pisang

Kecepatan udara	Berat awal (g)	Berat akhir (g)	Penurunan bobot (g)	Penurunan bobot (%)	Laju pengeringan (g/menit)
2 m/s	1,549	0,588	0,961	61,94	0,01067
3 m/s	1,595	0,619	0,976	61,43	0,01084

Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata penurunan bobot pada kecepatan udara 2 m/s sebesar **0,961 g**, sedangkan pada kecepatan udara 3 m/s sebesar **0,976 g**. Perbedaan kedua perlakuan relatif kecil, namun kecepatan udara 3 m/s menghasilkan penurunan bobot total yang sedikit lebih tinggi dibandingkan kecepatan udara 2 m/s.

Persentase penurunan bobot pada kecepatan udara 2 m/s sebesar **61,94%**, sedangkan pada kecepatan udara 3 m/s sebesar **61,43%**. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kedua perlakuan memiliki kemampuan yang hampir sama dalam mengurangi bobot keripik pisang selama proses pengeringan pada suhu 70°C.

Laju pengeringan rata-rata pada kecepatan udara 2 m/s diperoleh sebesar **0,01067 g/menit**, sedangkan pada kecepatan udara 3 m/s sebesar **0,01084 g/menit**. Nilai ini

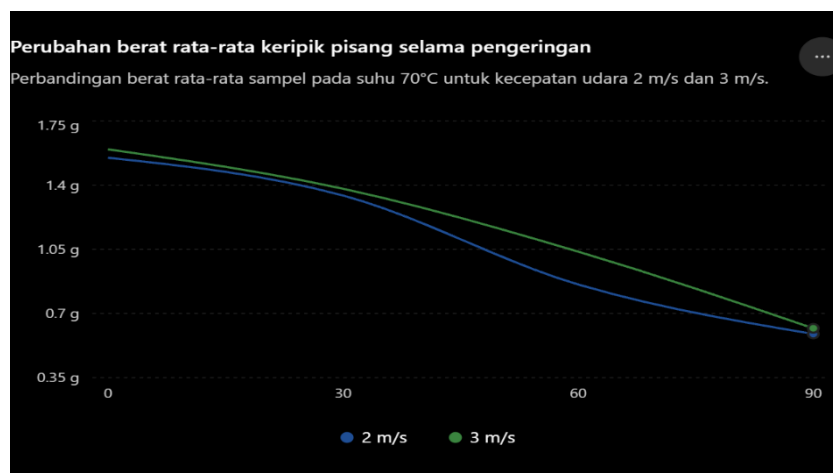
menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan udara cenderung meningkatkan laju pengeringan meskipun peningkatannya tidak terlalu besar.

Berdasarkan data yang diperoleh, penurunan kadar air paling signifikan pada kedua perlakuan terjadi pada 30–60 menit pertama pengeringan. Hal ini sesuai dengan teori pengeringan lapisan tipis yang menjelaskan bahwa pada tahap awal (periode laju pengeringan konstan), air bebas di permukaan bahan ter evaporasi dengan laju yang relatif tinggi [8]. Seiring berjalannya waktu, laju pengeringan menurun karena mekanisme pengeringan beralih ke periode laju pengeringan menurun, di mana air yang tersisa adalah air terikat yang lebih sulit untuk dieliminasi.

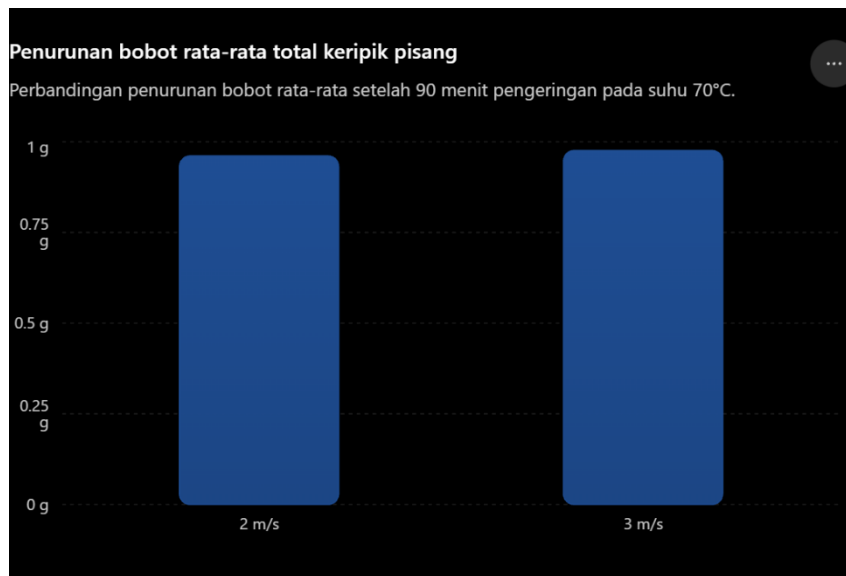
Kecepatan udara yang lebih tinggi (3 m/s) secara teoritis meningkatkan bilangan Reynolds aliran udara di atas permukaan bahan, yang pada akhirnya meningkatkan koefisien perpindahan panas dan massa konveksi. Hasil ini konsisten dengan temuan *Monitoring Temperature Profile and Drying Kinetics* yang dilakukan Kadam et al. (2023) bahwa pada suhu 70°C dengan peningkatan kecepatan udara, laju evaporasi permukaan bahan meningkat secara proporsional [3]. Peningkatan kecepatan aliran udara dari 2 m/s ke 3 m/s diperkirakan mengurangi hambatan lapisan batas (*boundary layer resistance*) perpindahan massa, sehingga uap air lebih mudah terdifusi dari permukaan bahan ke aliran udara.

Penelitian Elangovan dan Natarajan (2021) pada pengeringan pisang merah menggunakan pengering surya dengan konveksi paksa melaporkan bahwa peningkatan kecepatan udara berpengaruh signifikan terhadap penurunan kadar air [4]. Senada dengan hal tersebut, *Osmo-air drying study* yang dilakukan Saxena et al. (2022) menunjukkan bahwa kecepatan udara 1,5 m/s pada suhu 70°C menghasilkan produk dengan karakteristik fisikokimia yang lebih baik dibandingkan kecepatan yang lebih rendah [9].

Secara keseluruhan, hasil penelitian mengindikasikan bahwa variasi kecepatan udara memberikan pengaruh yang signifikan terhadap efisiensi pengeringan keripik pisang kepok pada suhu 70°C. Kecepatan udara yang lebih tinggi memungkinkan pencapaian kadar air target SNI dalam waktu yang lebih singkat, yang berimplikasi pada penghematan energi dan peningkatan kapasitas produksi dalam konteks aplikasi industri pangan [10].



Gambar 1. Perubahan Berat Rata Rata Keripik Pisang Selama Pengeringan



Gambar 2. Penurunan Bobot Rata-Rata Total Keripik Pisang



Gambar 3. Laju Pengeringan Rata-Rata Keripik Pisang

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa berat keripik pisang mengalami penurunan seiring bertambahnya waktu pengeringan. Pada kecepatan udara 2 m/s diperoleh rata-rata penurunan bobot sebesar **0,961 g** dengan laju pengeringan **0,01067 g/menit**, sedangkan pada kecepatan udara 3 m/s diperoleh rata-rata penurunan bobot sebesar **0,976 g** dengan laju pengeringan **0,01084 g/menit**. Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan udara menjadi 3 m/s cenderung meningkatkan laju pengeringan dan penurunan bobot keripik pisang, meskipun selisih yang diperoleh relatif kecil.

Kecepatan udara berpengaruh nyata terhadap laju penurunan kadar air keripik pisang kepek pada pengeringan suhu 70°C. Kecepatan udara 3 m/s menghasilkan laju pengeringan yang lebih tinggi dan waktu pengeringan yang lebih singkat untuk mencapai kadar air di bawah batas SNI (5% bb) dibandingkan kecepatan 2 m/s. Peningkatan kecepatan udara meningkatkan koefisien perpindahan massa konveksi pada permukaan bahan, sehingga mempercepat evaporasi air bebas maupun air terikat. Untuk keperluan produksi keripik pisang skala industri, pengoperasian pengering pada kecepatan udara 3 m/s dan suhu 70°C direkomendasikan sebagai kondisi optimal yang memberikan keseimbangan antara kualitas produk, efisiensi energi, dan kapasitas produksi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Teknik Mesin Universitas Nusantara PGRI Kediri yang telah menyediakan fasilitas penelitian, serta kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. A. Dewi, A. Kusumastuti, and B. Setiawan, "Drying Kinetics of Banana Chips: A Modeling Approach," *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, vol. 13, no. 4, pp. 310–321, Oct. 2024, doi: **10.23960/jtep-l.v13i4.8976**.
- [2] A. Nugraha, "Identifikasi Kadar Air pada Keripik Talas," *Journal of Food Security and Agroindustry*, vol. 2, no. 3, pp. 74–79, Oct. 2024, doi: **10.58184/jfsa.v2i3.477..**
- [3] D. M. Kadam, S. Patil, and N. Kaushik, "Monitoring Temperature Profile and Drying Kinetics of Thin-Layer Banana Slices under Controlled Forced Convection Conditions," *Processes*, vol. 11, no. 6, Art. no. 1771, Jun. 2023, doi: **10.3390/pr11061771**.
- [4] E. Elangovan and S. K. Natarajan, "Experimental Research of Drying Characteristic of Red Banana in a Single Slope Direct Solar Dryer Based on Natural and Forced Convection," *Food Technology and Biotechnology*, vol. 59, no. 2, pp. 137–146, Jun. 2021, doi: **10.17113/ftb.59.02.21.6876**.
- [5] A. Kushwah, A. Kumar, and M. K. Gaur, "Drying Kinetics, Performance, and Quality Assessment for Banana Slices Using Heat Pump–Assisted Drying System (HPADS)," *Journal of Food Process Engineering*, vol. 45, no. 3, Art. no. e13964, Mar. 2022, doi: **10.1111/jfpe.13964**.
- [6] D. Saputra, R. Yuliani, and H. Purnama, "Pengaruh Suhu dan Lama Pengeringan Tepung Kulit Pisang Raja Bulu," *Jurnal Agroindustri Berkelanjutan*, vol. 2, no. 1, pp. 45–55, 2023, doi: **10.23960/jab.v2i1.7164**.
- [7] Y. Kurniawan, A. Fauzan, and D. Pratiwi, "Pengaruh Variasi Suhu Pengeringan Terhadap Kualitas Tepung Pisang dalam Skala Agroindustri," *Jurnal Ilmiah Ilmu dan Teknologi Rekayasa*, vol. 6, no. 2, pp. 18–26, 2024, doi: **10.29407/jiitr.v6i2**.
- [8] A. A. T. Hapsari, E. Y. Sani, and I. Fitriana, "Pengaruh Lama Penggorengan terhadap Uji Fisikokimia dan Organoleptik Keripik Pisang," *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, vol. 8, no. 1, pp. 30–39, Jan. 2020..
- [9] S. Saxena, V. Rao, and P. Rawat, "Osmo-air Drying of Banana Slices: Multivariate Analysis, Process Optimization and Product Quality Characterization," *Journal of Food Science and Technology*, vol. 59, pp. 2100–2112, Jun. 2022, doi: **10.1007/s13197-021-05227-y**.

- [10] M. R. Ramanda, S. Nasution, I. Rahmadi, and N. L. Munawaroh, "Penentuan Umur Simpan Keripik Buah dengan Metode *Accelerated Shelf Life Test* Model Kadar Air Kritis," *Teknologi Pangan: Media Informasi dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, vol. 14, no. 2, pp. 246–259, 2023, doi: **10.35891/tp.v14i2.3788**.