

**KINERJA PENGERING DAN KARAKTERISTIK PENEPUNGAN DAUN
SINGKONG (*Manihot Esculenta* C)**

(Skripsi)

Oleh

PINGKAN NAJUA DEMATO

2114071008



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2025

**KINERJA PENGERING DAN KARAKTERISTIK PENEPUNGAN DAUN
SINGKONG (*Manihot Esculenta* C)**

Oleh

Pingkan Najua Demato

Skripsi

**Sebagai salah satu syarat mencapai gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2025**

ABSTRACT

Dryer Performance and Characteristics of Cassava Leaf Flour (*Manihot Esculenta C*)

By

PINGKAN NAJUA DEMATO

Cassava is one of the agricultural products that is abundant in Indonesia. The potential for cassava processing is very large along with the development of industry and leaving waste in the form of cassava leaves whose utilization is still limited. Cassava leaves are green vegetables that have nutritional content of protein, vitamins, and minerals. However, cassava leaves have the characteristic of being easily damaged because cassava leaves have a highwater content, allowing enzyme activity to occur. This causes cassava leaves not to be utilized optimally even though cassava leaves have a high protein content. Drying using a convection oven is an effective way to increase shelf life. The use of a hybrid dryer is an effective choice for drying cassava leaves. Material testing using electricity and solar power (hybrid) is carried out for 6 hours. Material testing using an oven is carried out for 4 hours. Testing using direct solar power (traditional) is carried out by drying for 6 hours. Proximate analysis is one method that has often been used to determine the nutritional content of raw materials or food. From the results of testing the proximate content of cassava leaf flour using a hybrid dryer, it was obtained; water content 3.18%, ash content 4.92%, fiber content 13.12%, protein 20.06%, fat content 5.18%, and BETN 66.66%. Drying using an oven, namely, water content 5.96%, ash content 5.99%, fiber content 15.72%, protein 16.132%, fat content 4.35%, and BETN 67.58%. Drying using solar energy (traditional), namely, water content 6.94%, ash content 4.98%, fiber content 16.48%, protein 16.84%, fat content 3.66%, and BETN 67.58%.

Keywords:

Drying, Hybrid, Proximate Test, Cassava leaves.

ABSTRAK

KINERJA PENGERING DAN KARAKTERISTIK PENEPUNGAN DAUN SINGKONG (*Manihot Esculenta* C)

By

PINGKAN NAJUA DEMATO

Singkong merupakan salah satu hasil pertanian yang melimpah di Indonesia. Potensi pengolahan Singkong sangat besar seiring dengan berkembangnya industri dan menyisakan limbah berupa daun Singkong yang pemanfaatannya masih terbatas. Daun Singkong merupakan sayuran hijau yang memiliki kandungan gizi berupa protein, vitamin, dan mineral. Akan tetapi, daun Singkong memiliki karakteristik mudah rusak karena daun Singkong memiliki kadar air yang tinggi sehingga memungkinkan terjadinya aktivitas enzim. Hal ini menyebabkan daun Singkong tidak dapat dimanfaatkan secara optimal padahal daun Singkong memiliki kandungan protein yang tinggi. Pengeringan menggunakan oven konveksi merupakan salah satu cara yang efektif untuk meningkatkan masa simpan. Penggunaan pengering hybrid merupakan pilihan yang efektif untuk mengeringkan daun Singkong. Pengujian bahan menggunakan listrik dan tenaga surya (hybrid) dilakukan selama 6 jam. Pengujian bahan menggunakan oven dilakukan selama 4 jam. Pengujian menggunakan tenaga surya langsung (tradisional) dilakukan dengan cara pengeringan selama 6 jam. Analisis proksimat merupakan salah satu metode yang selama ini sering digunakan untuk mengetahui kandungan gizi bahan baku atau pangan. Dari hasil pengujian kadar proksimat tepung daun singkong menggunakan pengering hybrid diperoleh kadar air 3,18%, kadar abu 4,92%, kadar serat 13,12%, protein 20,06%, kadar lemak 5,18%, dan BETN 66,66%. Pengeringan menggunakan oven yaitu kadar air 5,96%, kadar abu 5,99%, kadar serat 15,72%, protein 16,132%, kadar lemak 4,35%, dan BETN 67,58%. Pengeringan menggunakan tenaga surya (tradisional) yaitu kadar air 6,94%, kadar abu 4,98%, kadar serat 16,48%, protein 16,84%, kadar lemak 3,66%, dan BETN 67,58%.

Keywords:

Drying, Hybrid, Proximate Test, Cassava leaves.

Judul Skripsi : **KINERJA PENGERING DAN
KARAKTERISTIK PENEPUNGAN DAUN
SINGKONG (*Manihot Esculenta* C)**

Nama Mahasiswa : **Pingkan Najua Demato**

Nomor Pokok Mahasiswa : 2114071008

Jurusan/PS : Teknik Pertanian

Fakultas : Pertanian



1. Komisi Pembimbing

Dr. Ir. Warji, S.TP., M.Si., IPM.
NIP. 197801022003121001

Dr. Siti Suharyatun, S.TP., M.Si.
NIP. 197007031998022001

2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian

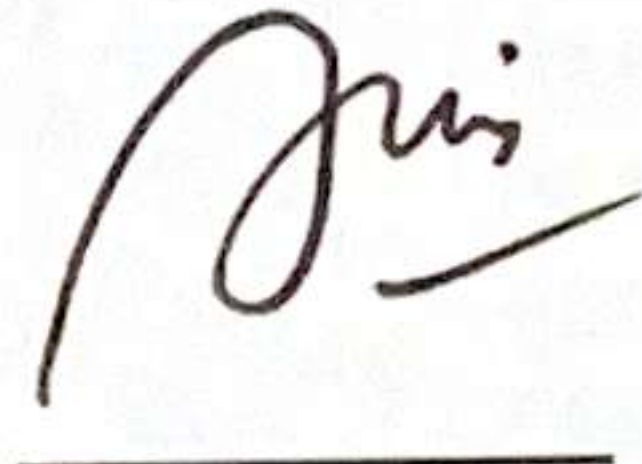
Dr. Ir. Warji, S.TP., M.Si., IPM.
NIP. 197801022003121001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: Dr. Ir. Warji, S.TP., M.Si., IPM.



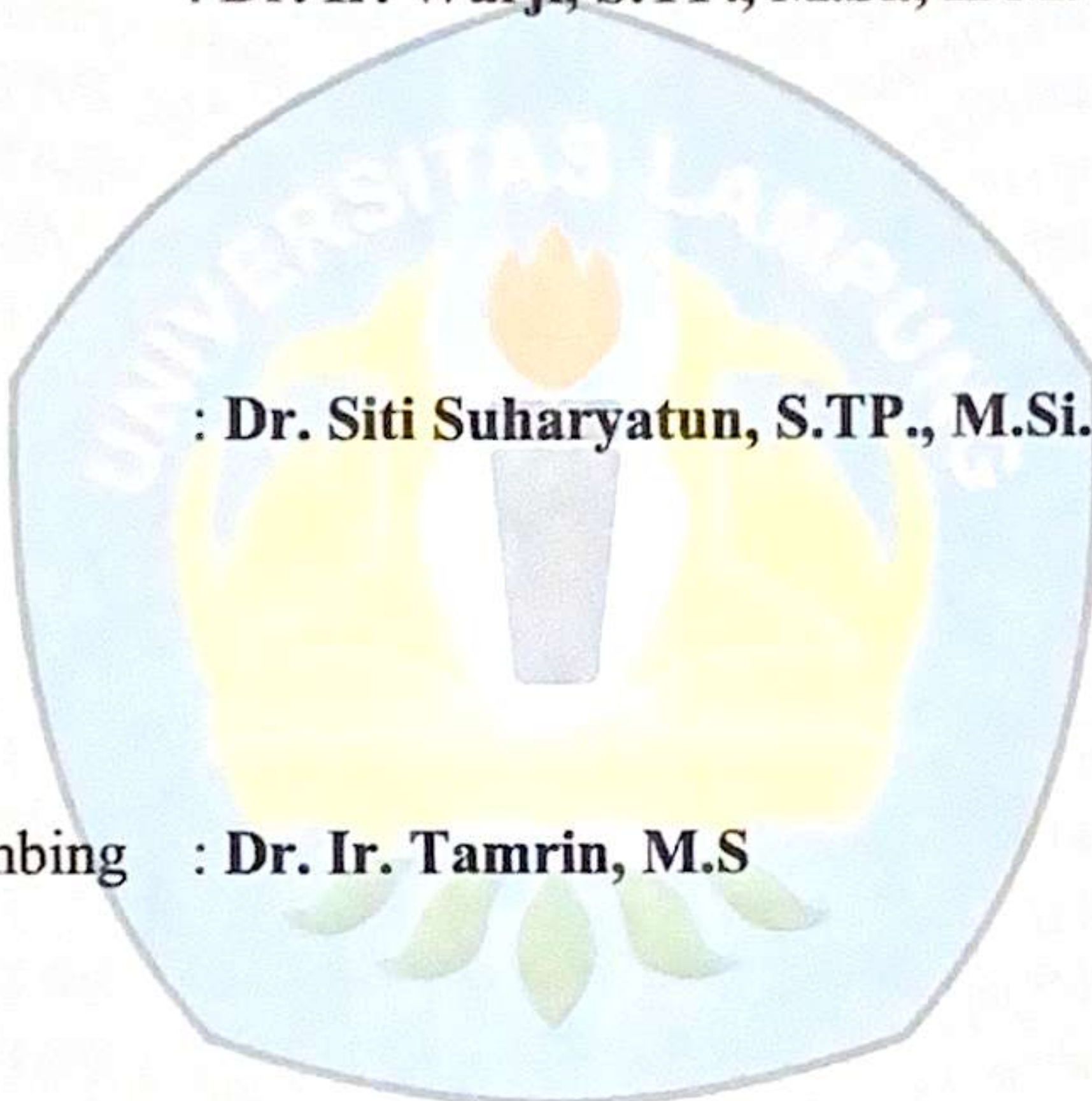
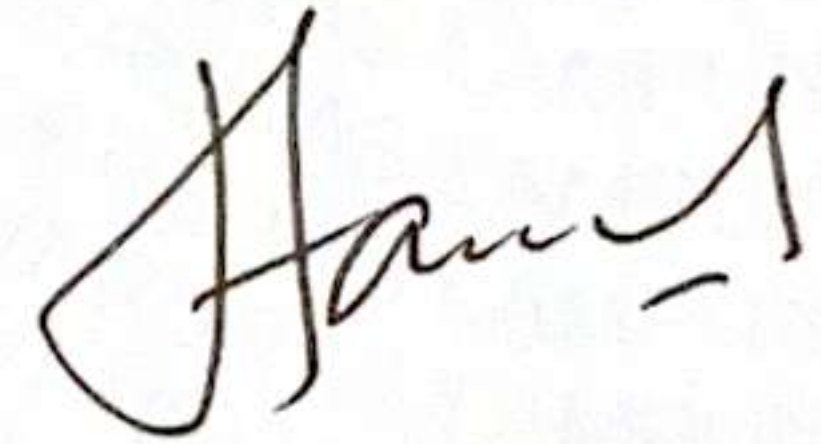
Sekretaris

: Dr. Siti Suharyatun, S.TP., M.Si.



Penguji

Bukan Pembimbing : Dr. Ir. Tamrin, M.S



2. Dekan Fakultas Pertanian




Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NIP. 196411181989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **24 Juni 2025**

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah **Pingkan Najua Demato** NPM **2114071008**. Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, 1) **Dr. Ir. Warji, S.TP., M.Si., IPM.** dan 2) **Dr. Siti Suharyatun, S.T.P., M.Si.** berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 23 Juni 2025
Yang membuat pernyataan



(Pingkan Najua Demato)
NPM. 2114071008

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Pringsewu, Provinsi Lampung pada hari Sabtu tanggal 28 Februari 2004. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara, putri dari Bapak Bambang Haroni dan Ibu Neni Herawati. Penulis menyelesaikan Pendidikan di Taman Kanak-kanak (TK) Aisyiyah Pringsewu pada tahun 2008, Sekolah Dasar (SD) Muhammadiyah Pringsewu pada tahun 2014, Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 1 Pringsewu 2019, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) 2021. Penulis terdaftar sebagai Mahasiswa S1 Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2021 melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Pada bulan Januari hingga Februari 2024, penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Periode 1 Tahun 2024 selama 40 hari di Desa Umpu Kencana, Kecamatan Blambangan Umpu, Kabupaten Way Kanan, Provinsi Lampung. Selain itu pada tanggal 01 Juli sampai 09 Agustus 2024, penulis telah melaksanakan Praktik Umum (PU) di Balai Pengujian Standar Instrumen (BPSI) Tanaman Sayuran Lembang dengan Judul Penggunaan Garam (NaCl) dan Asam Sitrat untuk Memperpanjang Daya Simpan Brokoli (*Brassica oleracea* L.).

PERSEMBAHAN

Segala Puji bagi Allah SWT atas segala nikmat, kesempatan, Kesehatan, kemudahan, dan kelancaran dalam setiap Langkah sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini

Karya ini penulis persembahkan untuk:

Diri Sendiri

Terima kasih telah bertahan sejauh ini, meski tak selalu mudah, Persembahan ini saya tujukan untuk diri saya sendiri, sebagai bentuk penghargaan atas perjuangan, lelah, dan semangat yang tak pernah padam.

Kedua Orang Tua

Dengan segenap cinta dan rasa syukur, karya ini kupersembahkan untuk Papa dan Mama tercinta yang selalu menjadi sumber kekuatan, doa, dan semangat dalam setiap langkahku. Terima kasih atas segala cinta, pengorbanan, dan dukungan tanpa henti yang kalian berikan sepanjang hidupku.

Keluargaku

Persembahan ini kupersembahkan untuk adikku tercinta yang selalu menjadi penyemangat dalam setiap langkah. Terima kasih juga untuk keluarga besar atas doa, cinta, dan dukungan tanpa henti.

SANWACANA

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala anugerah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “KINERJA PENGERING DAN KARAKTERISTIK PENEPUNGAN DAUN SINGKONG (*Manihot Esculenta C*)” sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Penulis mendapatkan banyak masukan, saran, bimbingan, dorongan, dan bantuan dari berbagai pihak dalam menyelesaikan skripsi ini. Oleh karenanya dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan dan mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., ASEAN Eng, selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
3. Bapak Dr. Ir. Warji, S.TP., M.Si., IPM., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dan Dosen Pembimbing Akademik sekaligus Dosen Pembimbing Pertama yang telah memberikan bimbingan, saran, masukan, serta motivasi;
4. Ibu Dr. Siti Suharyatun, S.TP., M.Si., selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah membimbing, memberikan saran, arahan dan dorongan selama masa penyelesaian skripsi;
5. Bapak Dr. Ir. Tamrin, M.S., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran dan kritik untuk perbaikan dalam menyelesaikan skripsi ini;
6. Seluruh Dosen dan Karyawan Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung atas segala ilmu, pengalaman serta bantuan yang telah diberikan baik dalam perkuliahan atau yang hal lainnya;

7. Bapak Bambang Haroni dan Ibu Neni Herawati yang selalu memberikan kasih sayang, semangat, dan nasihat selama melaksanakan kuliah dan selama menyelesaikan skripsi ini, serta doa yang tidak pernah putus untuk keberhasilan penulis;
8. Vito Keisha Alvaro, selaku adik penulis terimakasih telah memberikan kasih sayang hangat selama ini kepada penulis;
9. Sahabat seperjuangan penulis Amanda Amelia Putri, Rara Maharani Bintang Lampung, Nurvita Anggraini, dan Reni Fitriani Puspita yang telah menemani, memberikan bantuan, doa, saran, masukan, semangat serta motivasi kepada penulis;
10. Teman seperjuangan penulis Dwi Oktaviani, Abdurrochman Sholeh Z.A., Evita Anggraeni, Rendi Kurniawan, dan teman-teman satu pembimbing akademik lainnya yang sudah memberikan bantuan dan semangat kepada penulis;
11. Sahabat kecil penulis Nisrina Tri Andani, Putri Martina Anggraini, dan Nike Putri Nabila yang sudah menemani, mendoakan, dan memberikan motivasi kepada penulis;
12. Teman-teman seperjuangan Teknik Pertanian 2021 yang telah kebersamaan dari awal sampai akhir perkuliahan;
13. Serta penulis ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam proses penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan dan penyusunan skripsi tidaklah sempurna. Oleh karenanya penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun pada skripsi ini. Akhir kata penulis mengucapkan banyak terima kasih, semoga dengan adanya karya ini dapat digunakan dan bermanfaat sebagaimana mestinya.

Bandar Lampung, 24 Juni 2025
Penulis,

Pingkan Najua Demato

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL	ii
DAFTAR GAMBAR.....	iii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Hipotesis	4
1.6 Batasan Masalah	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Daun Singkong	6
2.2 Tepung Daun Singkong	7
2.3 Uji Proksimat.....	8
2.3.1 Kadar Air.....	8
2.3.2 Kadar Abu	9
2.3.3 Kadar Protein	9
2.3.4 Serat Kasar	9
2.3.5 Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen (BETN).....	10
2.4 Pengeringan	10
2.4.1 Faktor yang Mempengaruhi Proses Pengeringan.....	11
2.5 Alat Pengering <i>Hybrid</i> Tipe Rak	12
2.6 Pengeringan Oven.....	13
III. METODOLOGI.....	14
3.1 Waktu dan Tempat.....	14

3.2	Alat dan Bahan	14
3.3	Metode Penelitian	14
3.4	Prosedur Penelitian	15
3.5	Pengamatan.....	17
3.5.1	Suhu Pengeringan	17
3.5.2	Lama Pengeringan	18
3.6	Parameter yang Diamati	18
3.6.1	Efisiensi	18
3.6.1.1	Kadar Air.....	18
3.6.1.2	Beban Uap Air.....	19
3.6.1.3	Laju Pengeringan	19
3.6.2	Uji Proksimat	19
3.6.2.1	Kadar Abu	19
3.6.2.2	Kadar Protein	20
3.6.2.3	Kadar Lemak.....	20
3.6.2.4	Kadar Serat Kasar	21
3.6.2.5	Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen (BETN)	21
3.7	Analisis Data.....	22
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1	Pengujian Kinerja Alat Pengering <i>Hybrid</i> Menggunakan Bahan Daun Singkong.....	23
4.2	Suhu Pengeringan	24
4.2.1.	Suhu Pengeringan dengan Alat Pengering <i>Hybrid</i> Menggunakan Energi Matahari dan Listrik.....	24
4.2.2.	Suhu Pengeringan Menggunakan Oven	25
4.2.3.	Suhu Pengeringan Menggunakan Energi Matahari (Tradisional)	26
4.3	Kadar Air	27
4.3.1.	Penurunan Kadar Air dengan Alat Pengering Menggunakan Energi Matahari dan Listrik (<i>Hybrid</i>).....	28
4.3.2.	Penurunan Kadar Air Menggunakan Oven.....	29
4.3.3.	Penurunan Kadar Air Menggunakan Energi Matahari (Tradisional).....	30
4.4	Lama Pengeringan	30

4.5	Laju Pengeringan.....	31
4.6	Uji Proksimat Tepung Daun Singkong.....	32
4.6.1.	Kadar Air.....	33
4.6.2.	Kadar Abu	34
4.6.3.	Kadar Protein	35
4.6.4.	Kadar Lemak.....	36
4.6.5.	Serat Kasar	37
4.6.6.	Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen (BETN).....	37
V.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	38
5.1	Kesimpulan.....	38
5.2	Saran	39
	DAFTAR PUSTAKA.....	40

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Lama Pengeringan	30
Tabel 2. Laju Pengeringan	31
Tabel 3. Perubahan suhu pada pengeringan alat pengering dengan energi matahari dan listrik (<i>hybrid</i>)	47
Tabel 4. Perubahan suhu dengan oven.....	47
Tabel 5. Suhu pengeringan menggunakan energi matahari	48
Tabel 6. Suhu pada ruang dekat oven	48
Tabel 7. Data perubahan kadar air menggunakan alat pengering <i>hybrid</i>	49
Tabel 8. Data Perubahan kadar air dengan oven.....	49
Tabel 9. Data Perubahan kadar air dengan matahari.....	50
Tabel 10. Data Hasil Uji Proksimat Tepung Daun Singkong	50
Tabel 11. Data Hasil Uji Proksimat Tepung Daun Singkong	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Daun Singkong	6
Gambar 2. Alat pengering <i>hybrid</i> tipe rak	12
Gambar 3. Diagram alir penelitian	16
Gambar 4. Proses pengeringan daun singkong	23
Gambar 5. Grafik perubahan suhu seluruh perlakuan.....	24
Gambar 6. Pengeringan menggunakan oven.....	26
Gambar 7. Pengeringan menggunakan energi matahari (tradisional).....	26
Gambar 8. Grafik rata-rata penurunan kadar air seluruh perlakuan.....	28
Gambar 9. Grafik analisis proksimat seluruh perlakuan	33
Gambar 10. Penimbangan Daun Singkong	53
Gambar 11. Pengambilan data suhu	53
Gambar 12. Proses Pengeringan menggunakan alat hybrid tipe rak.....	53
Gambar 13. Proses Penghalusan Daun Singkong	53

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor pertanian merupakan salah satu pilar utama sebagai sumber kehidupan dan pendapatan untuk sejumlah petani, sumber bahan pangan bagi penduduk, sumber bahan baku serta tambahan bagi industri pengolahan, hingga peluang lapangan kerja dan usaha. Singkong, juga dikenal sebagai Singkong, merupakan salah satu alat pertanian yang bisa dipakai untuk bahan produk makanan. Hal ini disebabkan beraneka produk yang dimanfaatkan dan yang bisa dihasilkan banyak masyarakat (Amilia & Choiron, 2017). Singkong merupakan tanaman tropis yang mudah beradaptasi dengan segala kondisi alam sekitarnya, mulai dari iklim yang tidak ideal dan tanah yang kurang subur. Tanaman ini bisa ditanam di beberapa jenis tanah, terutama sa-jenis pada Latosol, Alluvial, dan Podsolik dan memerlukan curah hujan antara 760-1500 mm per tahun (Abubakar dkk., 2021). Singkong bahkan mampu tumbuh dan berproduksi dengan baik dalam kondisi lingkungan ekstrem, seperti lahan gambut, serta iklim yang kurang mendukung, di mana tanaman lain sulit tumbuh atau bahkan tidak bisa berproduksi (Islami T., 2015).

Indonesia adalah produsen singkong terbesar keempat di dunia setelah Nigeria, Thailand, dan Brasil, menjadikannya salah satu komoditas penting di negara ini. Produksi singkong di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya, dengan proyeksi pada tahun 2020 mencapai sekitar 25,54 juta ton (Suryadi dkk., 2012). Permintaan terhadap singkong terus meningkat seiring dengan popularitasnya sebagai bahan pangan yang bergizi dan ekonomis, yang menyebabkan peningkatan produksi tanaman ini di berbagai wilayah. Peningkatan permintaan ini mendorong petani untuk meningkatkan luas lahan pertanian singkong,

sehingga menghasilkan lebih banyak limbah, salah satunya limbah daun singkong. Daun singkong (*Manihot esculenta* C) sering dimanfaatkan sebagai bahan sayuran dan juga obat tradisional. Daun ini memiliki berbagai khasiat, seperti membantu meningkatkan metabolisme tubuh, menyediakan sumber energi, melancarkan peredaran darah, mendukung kesehatan sistem pencernaan, dan menangkal radikal bebas (Andini dkk., 2023). Daun singkong tersedia dengan harga yang relatif terjangkau bagi masyarakat. Selain itu, daun singkong memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi. Daun ini kaya akan protein serta karoten yang berkualitas baik (Widyasanti, 2019).

Kandungan air pada daun singkong berkisar antara 60-70% tergantung pada usia daun dan kondisi lingkungan saat daun dipanen. Daun singkong muda umumnya memiliki kadar air yang lebih tinggi dibandingkan daun yang lebih tua. Daun singkong memiliki sifat yang mudah rusak saat disimpan di udara terbuka karena tingginya kadar air, yang memicu aktivitas mikroba yang dapat merusak daun singkong segar. Untuk memperlambat pertumbuhan mikroorganisme ini, perlu adanya upaya penanganan pascapanen yang akan menambah umur simpan daun singkong, salah satunya dengan mengolah daun singkong ke dalam bentuk bubuk kering yang diharapkan dapat meningkatkan daya guna dari daun singkong (Widyasanti, 2019).

Ketersediaan pakan yang memadai dan berkualitas merupakan faktor utama dalam menjaga keberlanjutan produksi hewan ternak. Namun, tantangan muncul ketika pasokan pakan terbatas, terutama saat musim kemarau. Sebaliknya, pada musim penghujan, melimpahnya hijauan dapat menimbulkan kesulitan bagi peternak dalam hal penanganan, transportasi, dan penyimpanan. Salah satu cara untuk mengurangi biaya pakan adalah dengan memanfaatkan bahan baku lokal yang tersedia di sekitar perkebunan, ladang, dan hutan sebagai sumber pakan yang mengandung protein lebih dari 20% (Sunarno dkk., 2011). Sumber protein pakan alternatif berbasis bahan nabati sangat diminati, karena mudah didapatkan dan cenderung memiliki harga yang lebih terjangkau. Contoh bahan nabati yang dapat digunakan sebagai sumber protein pakan adalah daun singkong. Kandungan protein daun singkong berkisar 25 – 28%, lemak 7 – 13%; serat kasar 12 – 17%;

kalsium 1,3 – 1,4%; fosfor 0,3%; lysin 2%; methionin 0,4%; dan threonin 3% (Sukarman, 2012). Untuk mencegah kerusakan hijauan dan memastikan pemanfaatan pakan secara optimal, diperlukan upaya pengawetan yang tepat (Azizah & Indriani, 2024). Salah satu cara mengawetkan daun singkong yaitu dengan pengeringan. Proses pengeringan dilakukan untuk memperpanjang masa simpan bahan pakan daun singkong.

Pengeringan merupakan proses menghilangkan atau memisahkan air dalam jumlah relatif kecil dari suatu bahan menggunakan energi panas. Hasil akhir dari proses ini adalah bahan kering dengan kadar air yang seimbang dengan kadar air di udara normal, atau dengan nilai aktivitas air (*aw*) yang cukup rendah untuk mencegah kerusakan mikrobiologis, enzimatis, dan kimiawi. Proses pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar antinutrisi seperti sianida yang terkandung dalam daun singkong mentah, sehingga aman dan lebih efisien untuk dikonsumsi oleh hewan (Adegbola, 1977). Pengeringan produk bisa dilakukan dengan dua metode, yaitu penjemuran di bawah sinar matahari sebagai sumber panas, atau dengan menggunakan alat pengering. Pengeringan menggunakan sinar matahari sangat bergantung pada faktor cuaca, suhu, dan kelembapan udara. Sebaliknya, pengeringan dengan alat pengering umumnya menghasilkan kualitas produk yang lebih baik dibandingkan dengan pengeringan di bawah sinar matahari langsung (Arifin, 2011). Untuk melihat kandungan protein pada daun singkong yang paling baik, perlu dilakukan penelitian dan uji proksimat tentang pengeringan daun singkong menggunakan tiga alat pengeringan yaitu alat pengering *hybrid* tipe rak, oven, dan konvensional (dijemur).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan daun singkong dengan alat pengering *hybrid* tipe rak, oven, dan konvensional?
2. Bagaimana hasil uji proksimat daun singkong yang dikeringkan secara konvensional, oven, dan alat pengering *hybrid* tipe rak?

3. Metode pengeringan manakah yang paling cocok dan paling unggul untuk mendapatkan tepung daun singkong yang memenuhi standar pakan ternak?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Dapat mengetahui lama waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan daun singkong dengan alat pengering *hybrid* tipe rak (sinar matahari dan energi listrik), pengeringan dengan oven, dan penjemuran secara langsung (konvensional).
2. Mengetahui hasil uji proksimat (kadar air, kadar abu, kadar protein, lemak, dan serat) pada tepung daun singkong yang telah dikeringkan.
3. Mengetahui metode pengeringan yang paling sesuai untuk memperoleh tepung daun singkong dengan kualitas nutrisi yang lebih unggul.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini antara lain:

1. Memberikan informasi ilmiah kepada masyarakat (terutama petani) mengenai lama pengeringan daun singkong menggunakan metode konvensional, alat pengering *hybrid* tipe rak, dan oven.
2. Memberikan pengetahuan kepada peneliti tentang hasil yang didapatkan melalui proses pengeringan daun singkong menggunakan metode konvensional, menggunakan alat pengering *hybrid* tipe rak, dan oven.
3. Dapat dijadikan sebuah solusi terhadap permasalahan-permasalahan yang dihadapi pengusaha ternak dalam menghadapi permasalahan mengenai bahan baku pakan ternak.

1.5 Hipotesis

Hipotesis penelitian ini adalah proses pengeringan daun singkong menggunakan energi matahari dan listrik (*hybrid*) memiliki efisiensi yang lebih baik daripada pengeringan menggunakan oven dan konvensional (metode penjemuran).

1.6 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah dalam penelitian ini antara lain:

1. Alat pengering yang digunakan adalah alat pengering *hybrid* tipe rak, oven, dan konvensional (metode penjemuran).
2. Daun Singkong yang sudah kering kemudian dijadikan tepung.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daun Singkong



Gambar 1. Daun Singkong

(Sumber : <https://bams.jambiprov.go.id/14-manfaat-daun-singkong-bagi-kesehatan-beserta-efek-sampingnya/>)

Daun singkong (*Manihot esculenta* C) merupakan bagian dari tanaman singkong yang banyak dimanfaatkan sebagai bahan pangan karena kaya akan nutrisi, seperti protein, vitamin A, vitamin C, serta mineral, termasuk kalsium dan fosfor. Sebagai bahan pangan, daun singkong kerap diolah menjadi sayuran dan digunakan dalam berbagai masakan tradisional, terutama di wilayah Asia dan Afrika. Daun singkong memiliki kandungan protein dan karoten yang tinggi dengan kualitas baik. Berdasarkan data dari Direktorat Gizi Depkes RI (1981), daun singkong mengandung protein sebanyak 6,8 gram dan karoten sebesar 11000 SI. Daun singkong yang berwarna hijau dilaporkan memiliki kandungan klorofil tertinggi jika dibandingkan dengan tanaman lain seperti daun katuk, daun pohon-pohan, daun kangkung, bayam, caisin, buncis, selada, daun kemangi, alang-alang, dan rumput gajah (Alsuhendra, 2004). Klorofil dan turunannya, terutama yang mengikat logam, memiliki kapasitas antioksidan dan tingkat bioviabilitas yang

bervariasi. Salah satu turunannya, yaitu Cu-klorofilin, menunjukkan aktivitas antioksidan yang lebih kuat daripada klorofil alami (Jumadin dkk., 2017).

2.2 Tepung Daun Singkong

Tepung daun singkong adalah produk olahan dari daun singkong yang dikeringkan dan dihaluskan, sehingga menghasilkan tepung dengan berbagai manfaat. Tepung daun singkong memiliki berbagai manfaat, terutama sebagai sumber protein nabati, serat pangan, dan antioksidan yang mendukung kesehatan. Penggunaannya meliputi bahan tambahan dalam makanan seperti roti, kue, dan mie untuk meningkatkan nilai gizi, serta memberikan warna hijau alami (Soedirga, 2022). Tepung ini dapat digunakan sebagai pakan unggas, ruminansia, dan ikan sebagai campuran bahan baku, menggantikan sebagian kebutuhan tepung kedelai atau jagung, sehingga dapat menekan biaya produksi pakan. Pemanfaatannya tidak hanya membantu menekan biaya produksi, tetapi juga berpotensi meningkatkan pendapatan bagi petani dan pelaku usaha yang mengolah daun singkong. Tepung daun singkong memiliki kandungan protein yang tinggi dan sebanding dengan sumber protein nabati maupun hewani lainnya yang umumnya digunakan dalam formulasi pakan monogastrik (Diarra & Devi, 2015).

Proses pembuatan tepung daun singkong melibatkan pengeringan daun hingga kadar airnya rendah, yang berfungsi untuk memperpanjang umur simpan dan mencegah kerusakan mikroba. Daun yang sudah kering kemudian digiling dengan mesin penghancur hingga mencapai kehalusan yang diinginkan, umumnya menggunakan mesh antara nomor 60 hingga 80 untuk menghasilkan tepung dengan tekstur yang halus dan seragam (Mandriali dkk., 2016). Tepung daun singkong juga ramah lingkungan, karena memanfaatkan limbah daun yang sebelumnya kurang dimanfaatkan. Pada skala industri, teknologi pengeringan modern membantu mempertahankan kualitas nutrisi dalam tepung ini. Dengan potensi yang besar, tepung daun singkong semakin diminati sebagai alternatif bahan baku yang sehat dan ekonomis.

2.3 Uji Proksimat

Analisis proksimat merupakan metode yang umum digunakan untuk mengukur kualitas atau kandungan nutrisi dalam bahan baku pakan maupun pangan. Analisis ini memberikan gambaran umum mengenai nutrisi dalam suatu bahan pangan. Prinsip dasar analisis proksimat adalah memisahkan komponen bahan makanan ke dalam beberapa kelompok atau fraksi, seperti kadar air, abu, protein, lemak, dan karbohidrat (Winarno, 1992). Analisis ini berguna untuk membandingkan kualitas bahan-bahan sejenis dalam menilai potensinya sebagai sumber kalori, protein, mineral, dan kolagen (Lestari dkk., 2013).

2.3.1 Kadar Air

Kadar air adalah jumlah air yang terdapat dalam suatu material, seperti tanah (dikenal sebagai kelembaban tanah), batuan, bahan pertanian, dan lainnya. Kadar air sering digunakan dalam berbagai bidang ilmu dan teknik, dan dinyatakan sebagai rasio, mulai dari 0 (sepenuhnya kering) hingga tingkat kejenuhan di mana semua pori-pori terisi air. Nilai kadar air dapat dinyatakan secara volumetrik atau gravimetrik (berdasarkan massa), baik dengan pendekatan basis basah maupun basis kering. Kandungan air dalam bahan pangan berhubungan erat dengan kualitasnya dan digunakan untuk mengukur kandungan bahan kering atau padatan. Air dalam bahan pangan juga berfungsi sebagai indikator stabilitas selama penyimpanan serta memengaruhi kualitas organoleptik, seperti rasa dan tekstur. Kadar air sangat berpengaruh terhadap kualitas dan masa simpan bahan pangan. Oleh karena itu, pengukuran kadar air menjadi hal penting untuk memastikan pengolahan dan distribusi dilakukan dengan benar. Penanganan yang kurang tepat atau kesalahan dalam menentukan kadar air dapat menyebabkan kerusakan pangan yang berisiko terhadap kesehatan (Prasetyo dkk., 2019).

2.3.2 Kadar Abu

Abu adalah residu pembakaran bahan organik yang terdiri dari zat anorganik, di mana komposisi dan kadarnya dipengaruhi oleh jenis bahan serta metode pengabuan yang digunakan (Hutomo dkk., 2015). Residu yang diperoleh merupakan jumlah keseluruhan abu dari suatu sampel (Arziah & Yusmita, 2019). Kadar abu dalam bahan pangan mencerminkan jumlah mineral yang terkandung di dalamnya. Kadar abu diperoleh sebagai sisa dari proses pembakaran sempurna pada sampel bahan pangan. Proses pengabuan ini bertujuan untuk menghancurkan senyawa organik, sehingga yang tersisa hanyalah mineral (Handayani, 2015).

2.3.3 Kadar Protein

Protein adalah makromolekul polipeptida yang terbentuk dari rangkaian L-asam amino yang saling terhubung melalui ikatan peptida. Molekul protein tersusun dari kombinasi asam amino tertentu dengan sifat khas. Asam amino sendiri terdiri atas unsur karbon, hidrogen, oksigen, dan nitrogen, di mana nitrogen merupakan komponen utama protein dan menyumbang sekitar 16% dari beratnya (Probosari, 2019). Selain itu, molekul protein juga dapat mengandung fosfor, belerang, serta logam seperti tembaga dan besi pada jenis protein tertentu (Winarno, 2004). Penentuan kadar protein dilakukan untuk mengukur nilai gizi suatu makanan, karena protein merupakan salah satu indikator penting dalam menilai kualitas gizi. Semakin tinggi kandungan protein dalam bahan makanan, semakin besar pula nilai gizinya. Persentase kadar protein dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti suhu, durasi, rasio optimal antara air dan kolagen, serta jumlah proses pengolahan yang diterapkan (Salmahaminati, 2022).

2.3.4 Serat Kasar

Serat kasar adalah bagian dari tanaman yang terdiri dari hemiselulosa, selulosa, dan lignin yang tidak dapat terhidrolisis oleh kerja sekresi usus manusia. Komponen serat ini tidak memiliki nilai gizi namun sangat penting untuk proses

pencernaan. Serat makanan tidak sama pengertiannya dengan serat kasar (crude fiber) (Widnyani dkk., 2021). Serat kasar adalah senyawa yang biasa dianalisa di laboratorium, yaitu senyawa yang tidak dapat dihidrolisa oleh asam atau alkali (Korompot dkk., 2018). Besarnya kandungan serat kasar dalam suatu bahan makanan bergantung pada kadar serat kasar dalam formulasi bahan yang digunakan. Makanan dengan kandungan serat kasar yang tinggi biasanya mengandung kalori, kadar gula, dan lemak yang lebih rendah (Widnyani dkk., 2021).

2.3.5 Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen (BETN)

Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen (BETN) adalah salah satu fraksi yang mudah larut dan cepat terdegradasi di dalam rumen, sehingga memengaruhi tingkat konsumsi. Komponen utama BETN adalah karbohidrat nonstruktural seperti pati, monosakarida, dan gula sederhana. Kecernaan BETN dihitung sebagai selisih antara jumlah BETN yang dikonsumsi melalui pakan dan jumlah BETN yang terdapat dalam feses. BETN mencakup karbohidrat larut seperti monosakarida, disakarida, dan polisakarida yang memiliki tingkat kecernaan tinggi (Aling dkk., 2020).

2.4 Pengeringan

Pengeringan merupakan proses menghilangkan atau memisahkan air dalam jumlah relatif kecil dari suatu bahan menggunakan energi panas. Hasil akhir dari proses ini adalah bahan kering dengan kadar air yang seimbang dengan kadar air di udara normal, atau dengan nilai aktivitas air (a_w) yang cukup rendah untuk mencegah kerusakan mikrobiologis, enzimatis, dan kimiawi. Pengeringan adalah salah satu metode pengolahan pangan yang telah dikenal sejak lama (Risdianti dkk., 2016). Pengeringan produk bisa dilakukan dengan dua metode, yaitu penjemuran di bawah sinar matahari sebagai sumber panas, atau dengan menggunakan alat pengering. Pengeringan menggunakan sinar matahari sangat bergantung pada faktor cuaca, suhu, dan kelembapan udara. Sebaliknya,

pengeringan dengan alat pengering umumnya menghasilkan kualitas produk yang lebih baik dibandingkan dengan pengeringan di bawah sinar matahari langsung (Arifin, 2011).

2.4.1 Faktor yang Mempengaruhi Proses Pengeringan

Faktor-faktor yang berpengaruh dalam proses pengeringan antara lain suhu, kelembaban udara, laju aliran udara, kadar air awal bahan dan kadar air akhir bahan (Rahayuningtyas & Kuala, 2016a). Menurut Yusuf (2017), ada beberapa faktor yang mempengaruhi kecepatan pengeringan, yaitu:

1) Luas Permukaan

Bahan pangan yang dikeringkan akan mengalami pengecilan ukuran, baik dengan cara diiris, dipotong, atau digiling. Memperkecil ukuran bahan dapat mempercepat pengeringan karena luas permukaan bahan meningkat. Semakin besar luas permukaan, semakin banyak area yang kontak dengan medium pemanas, sehingga air lebih mudah berdifusi atau menguap dari bahan, mempercepat pengeringan. Ukuran bahan yang kecil juga mengurangi jarak pergerakan panas ke pusat bahan, mempercepat penyerapan panas dan penguapan air.

2) Perbedaan Suhu Sekitar

Semakin besar perbedaan suhu antara bahan pangan dan medium pemanas, semakin cepat proses perpindahan panas ke bahan pangan, yang mempercepat penguapan air. Udara dengan suhu lebih tinggi dapat menampung lebih banyak uap air sebelum mencapai titik kejenuhan, mendukung pengeringan yang lebih efisien.

3) Kecepatan Aliran Udara

Udara yang bersirkulasi lebih cepat dapat mengambil uap air dari bahan dengan lebih efektif dibandingkan udara diam, mencegah udara mencapai titik jenuh. Makin cepat pergerakan atau sirkulasi udara, makin cepat proses

pengeringan. Inilah alasan mengapa beberapa teknik pengeringan menggunakan sirkulasi udara.

4) Kelembaban Udara

Kelembaban udara sekitar menentukan kadar air akhir bahan yang dikeringkan. Bahan yang sudah dikeringkan dapat menyerap air dari udara di sekitarnya. Jika udara mengandung banyak uap air atau lembab, bahan pangan tersebut akan lebih cepat menyerap uap air hingga mencapai kesetimbangan kelembaban relatif, di mana tidak ada lagi perpindahan air antara bahan dan udara.

5) Lama Pengeringan

Waktu pengeringan menentukan durasi kontak bahan dengan panas. Karena bahan pangan cenderung sensitif terhadap panas, waktu pengeringan yang digunakan harus optimal untuk mencapai kadar air yang diinginkan dalam waktu yang sesingkat mungkin.

2.5 Alat Pengering *Hybrid* Tipe Rak



Gambar 2. Alat pengering *hybrid* tipe rak (Warji dkk., 2023)

Pengering *hybrid* adalah metode pengeringan yang memanfaatkan dua atau lebih sumber energi untuk menguapkan air dari bahan. Teknologi ini menjadi alternatif untuk mengeringkan produk-produk pertanian. Pengering *hybrid* pada prinsipnya sama seperti pengeringan lain pada umumnya (Rizki dkk., 2020a). Pancaran sinar

matahari dikonversi menjadi energi panas melalui kolektor surya, yang kemudian disebarkan ke seluruh bagian ruang pengering. Proses ini menyebabkan akumulasi energi di dalam ruang pengering, sehingga suhu meningkat dan menguapkan air yang terkandung dalam bahan. Gas digunakan sebagai sumber energi tambahan untuk memanaskan ruang pengering ketika radiasi matahari berkurang atau tidak tersedia. Alat pengering dengan sistem *hybrid* umumnya terdiri dari kolektor surya, ruang pengering, ruang bakar, dan cerobong. Distribusi suhu dalam ruang pengering memiliki pengaruh signifikan terhadap proses pengeringan bahan pangan (Dhanika, 2010).

2.6 Pengeringan Oven

Oven adalah alat pengering yang berfungsi sebagai pengganti sinar matahari untuk proses pengeringan suatu produk. Mesin oven ini bekerja dengan mengeringkan produk pada suhu yang dapat diatur sesuai kebutuhan (suhu dapat dipertahankan secara konstan). Sistem pengeringannya menggunakan aliran udara panas berkecepatan tinggi, dibantu oleh exhaust blower yang menghisap dan membuang udara jenuh keluar (Subandi dkk., 2015). Terdapat berbagai jenis oven, termasuk oven konvensional, oven listrik, dan oven gas, masing-masing dengan keunggulan dan aplikasi yang berbeda. Dalam industri, oven sering digunakan untuk memanggang roti, kue, dan produk makanan lainnya, sedangkan dalam proses pengeringan, oven dapat menghilangkan kelembaban dari bahan makanan, sehingga memperpanjang umur simpannya. Pengaturan suhu yang akurat dan distribusi panas yang merata sangat penting untuk mencapai hasil yang optimal dalam pengolahan makanan.

III. METODOLOGI

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret – April 2025 di Laboratorium Daya dan Alat Mesin Pertanian (LDAMP) dan Laboratorium Rekayasa Bioproses Pasca Panen (LRBPP) Jurusan Teknik Petanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan untuk proses pengeringan adalah alat pengering tipe rak, oven, tampah/nampan, termometer, timbangan, blender, gelas ukur, *mesh* tampah, dan tabung desikator. Sedangkan bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah daun singkong segar.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan bahan daun singkong, sebagai uji lanjutan dari sifat fisik tepung daun singkong yang dihasilkan. Penelitian ini dilakukan dengan tiga perlakuan sebanyak tiga kali pengulangan, antara lain :

A = Pengeringan dengan alat menggunakan alat pengering *hybrid* (energi listrik dan matahari);

B = Pengeringan dengan alat menggunakan alat pengering oven;

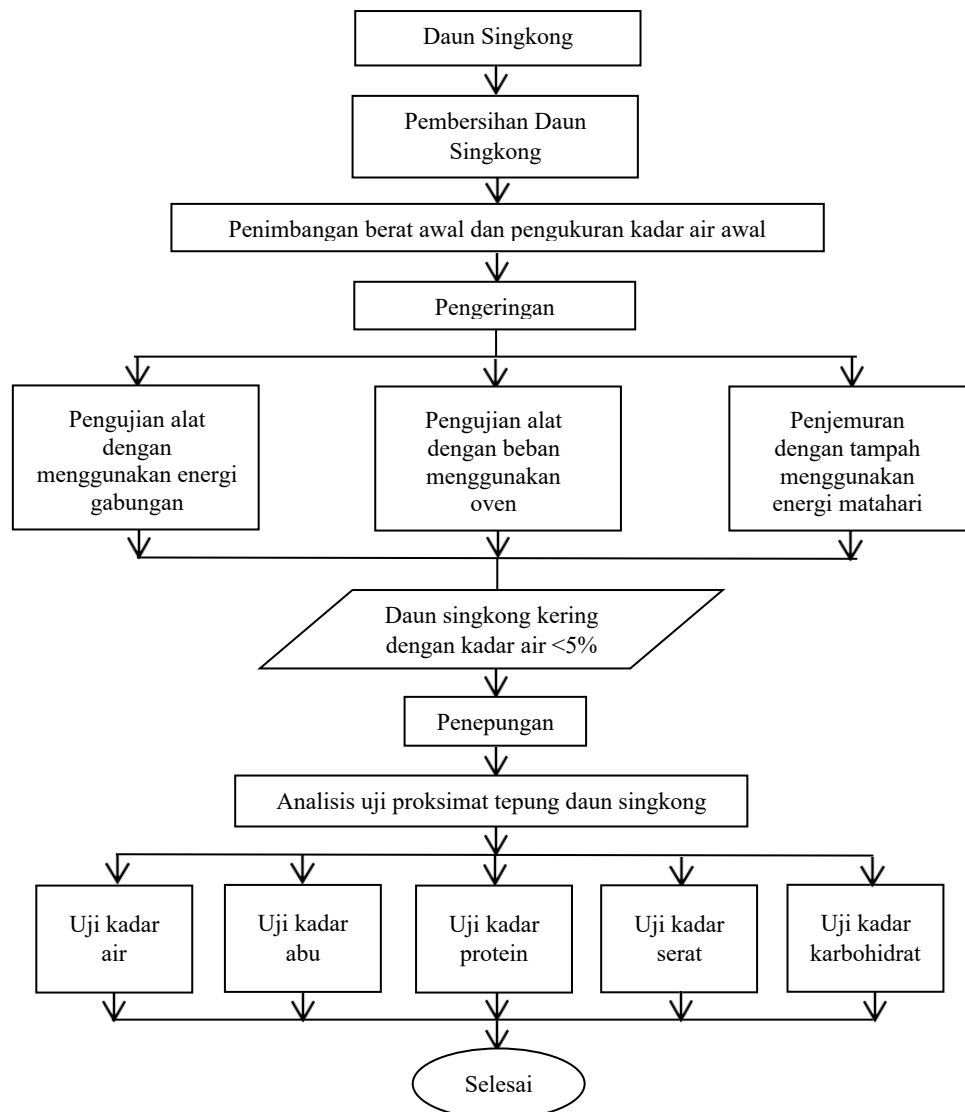
C = Pengeringan dengan penjemuran menggunakan tampah.

Jumlah bahan baku yang digunakan untuk perlakuan A, B, dan C seberat 11 kg daun singkong. Setelah itu, dilakukan pengamatan setelah pengeringan berupa lama pengeringan, suhu pengeringan, kadar air daun singkong sebelum dan sesudah pengeringan. Sedangkan, pengamatan yang dilakukan untuk mengetahui nilai kandungan nutrisi dalam daun singkong yang dihasilkan (uji proksimat) berupa kadar air, kadar abu, protein kasar, lemak kasar, dan serat kasar. Setelah pengukuran kadar air daun singkong yang telah dikeringkan selanjutnya dilakukan penepungan. Proses penepungan dilakukan dengan cara diblender. Penepungan dilakukan agar mempermudah saat melakukan uji proksimat untuk mengetahui kadar nutrisi pada daun singkong. Setelah pengamatan selesai, dilakukan olah data dan data disajikan dalam bentuk tabel, grafik dan gambar.

3.4 Prosedur Penelitian

Penelitian ini menggunakan alat pengering *hybrid* tipe rak yang memiliki 10 rak pengeringan, terbagi menjadi 2 bagian yaitu, 5 rak bagian kanan adalah rak 1 dan 5 rak bagian kiri adalah rak 2. Untuk mempermudah dalam mengingat, urutan rak dapat dari bagian rak paling bawah yaitu rak 1 hingga rak paling atas yaitu rak 5. Setiap perlakuan, pengujian dilakukan menggunakan bahan baku berupa daun singkong sebanyak 3 kg dengan 3 ulangan. Setiap rak diisi dengan bahan pada perlakuan alat pengering *hybrid* sebanyak 0,3 kg daun singkong. Pengeringan menggunakan tampah dan oven berisi 1 kg daun singkong sebanyak 3 kali ulangan.

Pengujian dilakukan dengan alat pengering menggunakan energi matahari dan listrik (*hybrid*), penjemuran secara langsung di bawah sinar matahari serta menggunakan oven. Diagram alir pengeringan daun singkong sampai dengan uji proksimat tepung daun singkong yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir penelitian

3.4.1. Pengeringan dengan Alat Pengering Menggunakan Energi Listrik dan Energi Matahari (*Hybrid*)

Daun Singkong segar dimasukkan ke dalam alat pengering *hybrid* yang disusun secara merata pada tiap rak dengan bobot tiap rak seberat 300 gram. Pengeringan dengan alat pengering dilakukan menggunakan 2 sumber energi yaitu energi matahari dan listrik (*hybrid*). Proses pengeringan menggunakan energi matahari dan listrik dilakukan dibawah sinar matahari pada siang hari, kemudian pada sore hari alat pengering dihubungkan dengan listrik untuk mengalirkan udara di dalam

ruang pengering selama proses pengeringan. Pengeringan Dilakukan sejak pukul 08.00 sampai 14.00 WIB dengan 3 kali ulangan.

3.4.2. Pengeringan menggunakan Oven

Pengeringan menggunakan oven memiliki waktu yang paling singkat karena suhu yang digunakan stabil. Proses pengeringan ini menggunakan suhu 60°C. Suhu ideal untuk pengeringan daun biasanya berkisar antara 40-60°C (Muhandri dkk., 2023). Suhu 60°C cukup panas untuk menghilangkan kadar air, tapi tidak merusak nutrisi penting (seperti vitamin, protein, dan mineral) yang ada di daun singkong. Daun singkong segar ditimbang sebanyak 100 gram kemudian dimasukkan ke dalam oven selama 4 jam sejak pukul 09.00 sampai 13.00 WIB dengan 3 kali ulangan.

3.4.3. Penjemuran menggunakan Tampah

Daun singkong segar ditimbang sebanyak 100 gram dan disusun pada tampah secara merata lalu dijemur dibawah sinar matahari dengan memastikan tempat penjemuran mendapat sinar matahari penuh dari pagi sampai sore hari. Penjemuran tradisional semacam ini sangat bergantung pada cuaca. Penjemuran dilakukan sejak pukul 08.00 sampai 14.00 WIB dengan 3 kali ulangan.

3.5 Pengamatan

Pada penelitian ini data pengamatan yang dibutuhkan seperti suhu pengeringan dan lama pengeringan yang dijabarkan sebagai berikut:

3.5.1 Suhu Pengeringan

Pengukuran suhu udara di dalam alat pengeringan *hybrid* tipe rak dilakukan menggunakan termometer yang diletakkan di tengah-tengah setiap rak dan dilakukan pengecekan suhu setiap jamnya. Pengukuran suhu udara pengering dilakukan dengan menggunakan termometer yang diletakkan di dalam alat pada tiap rak dan termometer di luar alat untuk mengetahui suhu lingkungan, dan

diamati setiap jamnya. Pengukuran suhu di dalam oven dilakukan dengan penyettingan suhu pada oven dan dilakukan pengecekan suhu setiap jamnya. Pengukuran suhu udara pengering dilakukan dengan menggunakan termometer yang diletakkan di luar alat untuk mengetahui suhu lingkungan, dan diamati setiap jamnya. Pengukuran suhu pada metode konvensional (penjemuran) menggunakan thermometer yang diletakkan pada nampan (tempat daun singkong dikeringkan).

3.5.2 Lama Pengeringan

Lama pengeringan adalah waktu yang dibutuhkan untuk mengeringkan daun singkong, dihitung saat alat terkena sinar matahari atau saat aliran listrik dihidupkan hingga kadar air daun singkong yang diinginkan tercapai, yaitu <5 %.

3.6 Parameter yang Diamati

Analisis dari parameter yang akan diamati meliputi efisiensi dan uji proksimat.

3.6.1 Efisiensi

Analisis efisiensi yang akan diamati meliputi laju pengeringan, kadar air, dan beban uap air.

3.6.1.1 Kadar Air

Pengukuran kadar air dihitung berdasarkan persamaan untuk menghitung kadar air melalui persamaan berikut:

$$M = \frac{m_{bb} - m_{bk}}{m_{bb}} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

M = Kadar air (% bb)

M_{bb} = Massa bahan awal (g)

M_{bk} = Massa bahan akhir (g)

3.6.1.2 Beban Uap Air

$$W_{uap} = M_{awal} - \frac{(M_{awal}(1-KA_1))}{(1-KA_2)} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

W_{uap} = Beban uap air (kg H₂O)

KA_1 = Kadar air awal (% bb)

KA_2 = Kadar air akhir (% bb)

W_d = Berat bahan awal (g)

3.6.1.3 Laju Pengeringan

Laju pengeringan ($\dot{M}$) dihitung dengan persamaan:

$$\dot{M} = \frac{W_{uap}}{t} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan:

$\dot{M}$ = Laju pengeringan (kg H₂O/jam)

t = Waktu pengeringan (jam)

W_{uap} = Beban uap air (kg H₂O)

3.6.2 Uji Proksimat

Uji proksimat adalah metode pengujian yang sering digunakan untuk menganalisis bahan pakan. Metode ini berfungsi memperkirakan kandungan nutrisi dan energi dari bahan pakan atau campurannya berdasarkan komponen-komponen penyusunnya (Amrullah, 2004). Uji proksimat terdiri dari enam komponen zat gizi, yaitu kadar air, kadar abu, protein kasar, lemak kasar, serat kasar, dan bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) (Tillman dkk., 1989).

3.6.2.1 Kadar Abu

Analisis kadar abu pada tepung daun singkong menggunakan metode gravimetri sebagai berikut: cuci bersih cawan porselin yang akan digunakan, keringkan selama 1 jam didalam oven pada suhu 105°C, kemudian dimasukkan kedalam

desikator selama 15 menit lalu timbang. Timbang sampel sesuai kebutuhan dan masukan kedalam cawan. Cawan yang sudah berisi sampel diabukan didalam tanur selama 4-6 jam pada suhu 400°C-600°C. Setelah itu keluarkan cawan dan dinginkan didalam desikator selama 15 menit kemudian ditimbang (Isharyudono dkk., 2019). Perhitungan kadar abu ditunjukkan pada persamaan berikut.

$$\text{Kadar Abu} = \frac{\text{Berat Awal Bahan} - \text{Berat Akhir Bahan}}{\text{Berat Awal Bahan}} \times 100 \dots\dots\dots (4)$$

3.6.2.2 Kadar Protein

Pengukuran kadar protein dilakukan melalui tiga tahap. Tahap pertama meliputi penimbangan dan pengambilan sampel sesuai kebutuhan, kemudian sampel dimasukkan ke dalam aluminium foil dan dibungkus. Tahap kedua adalah proses analisis, di mana sampel yang telah ditimbang dimasukkan ke dalam alat dumatherm. Tahap terakhir adalah interpretasi data, yaitu membaca hasil kadar protein yang ditampilkan melalui komputer (Abda'U dkk., 2023). Protein adalah sumber utama asam amino yang mengandung unsur-unsur C, H, O, dan N, yang tidak terdapat dalam lemak maupun karbohidrat (Cut Bidara Panita Umar, 2023). Protein merupakan komponen utama yang ditemukan dalam sel-sel tumbuhan dan hewan. Kandungan protein dalam bahan pangan bervariasi baik dari segi jumlah maupun jenisnya, menjadikannya sumber gizi penting sebagai penyedia asam amino.

3.6.2.3 Kadar Lemak

Prosedur pengujian kadar lemak total menggunakan metode soxhletasi-gravimetri sebagai berikut: Sampel tepung daun singkong ditimbang di oven selama 1 jam kemudian sampel ditimbang dan dibungkus menggunakan kertas saring. Sampel dimasukkan kedalam tabung ekstraksi soxhlet kemudian dipasang alat kondensor diatasnya dan labu di bawah alat soxhlet. Proses evaporasi pelarut yang telah mengandung ekstrak lemak kemudian dimasukkan kedalam oven dengan suhu 105°C. Setelah itu sampel dimasukkan kedalam desikator untuk didinginkan dan kemudian ditimbang (Apriantono dkk., 1989).

3.6.2.4 Kadar Serat Kasar

Prosedur analisis kadar serat kasar sebagai berikut: kertas saring dikeringkan di dalam oven selama 1 jam pada suhu 105°C lalu ditimbang. Sampel ditimbang dan dimasukkan kedalam gelas beaker, penambahan H₂S₄ sebanyak 50 ml dan dididihkan selama 30 menit, kemudian ditambahkan NaOH sebanyak 25 ml dimasak selama 30 menit. Kemudian sampel yang sudah dimasak disaring menggunakan kertas saring yang telah di timbang. Hasil penyaringan dimasukkan kedalam cawan porselin dan dioven pada suhu 105°C selama 6 jam. Sampel diambil dan didinginkan didalam desikator selama 15 menit kemudian ditimbang. Selanjutnya sampel diabukan di dalam tanur selama kurang lebih 6 jam pada suhu 400°C-600°C. Sampel dikeluarkan dari dalam tanur kemudian didinginkan di dalam desikator selama 15 menit dan kemudian ditimbang (Isharyudono dkk., 2019).

$$\text{Kadar Serat} = \frac{a-b}{\text{Berat sampel}} \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

Keterangan:

a = berat sintered glass + sampel setelah oven

b = berat sintered glass + sampel setelah tanur

3.6.2.5 Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen (BETN)

Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen (BETN) adalah salah satu fraksi yang mudah larut dan cepat terdegradasi di dalam rumen, sehingga memengaruhi tingkat konsumsi. Komponen utama BETN adalah karbohidrat nonstruktural seperti pati, monosakarida, dan gula sederhana. Kecernaan BETN dihitung sebagai selisih antara jumlah BETN yang dikonsumsi melalui pakan dan jumlah BETN yang terdapat dalam feses. BETN mencakup karbohidrat larut seperti monosakarida, disakarida, dan polisakarida yang memiliki tingkat pencernaan tinggi (Aling dkk., 2020). Kandungan BETN dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{BETN} = 100 - (\% \text{kadar air} + \% \text{kadar abu} + \% \text{protein kasar} + \% \text{lemak kasar} + \% \text{serat kasar}) \dots (6)$$

3.7. Analisis Data

Data dari hasil pengamatan dan perhitungan seperti laju pengeringan, perubahan kadar air, dan beban uap air akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Data dari hasil pengamatan dan perhitungan uji proksimat seperti kadar abu, kadar protein, kadar lemak, kadar serat kasar, dan bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) akan disajikan dalam bentuk grafik, tabel, dan gambar.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan penelitian ini sebagai berikut:

1. Pengeringan daun singkong untuk mencapai kadar air dibawah 5% menggunakan alat pengering *hybrid* tipe rak membutuhkan waktu selama 6 jam, untuk pengeringan menggunakan oven membutuhkan waktu selama 4 jam, dan pengeringan dengan metode penjemuran (energi matahari) membutuhkan waktu 6 jam.
2. Dari hasil analisis uji proksimat bahan uji tepung daun singkong menunjukkan bahwa pengeringan menggunakan alat pengering *hybrid* yaitu, kadar air 3,18%, kadar abu 4,92%, kadar serat 13,12%, protein 20,06%, kadar lemak 5,18%, dan BETN 66,66%. Hasil uji proksimat menggunakan oven yaitu, kadar air 5,96%, kadar abu 5,99%, kadar serat 15,72%, protein 16,132%, kadar lemak 4,35%, dan BETN 67,58%. Hasil uji proksimat menggunakan energi matahari (tradisional) yaitu, kadar air 6,94%, kadar abu 4,98%, kadar serat 16,48%, protein 16,84%, kadar lemak 3,66%, dan BETN 67,58%.
3. Pengeringan menggunakan alat pengering *hybrid* lebih unggul dan lebih memenuhi standar pakan ternak, yaitu menjaga kadar protein lebih besar, serat lebih rendah, dan kadar air lebih terkontrol. Pengeringan dengan oven juga memberikan kualitas yang cukup baik, tetapi lebih membutuhkan energi dan biaya lebih besar. Sementara itu, pengeringan secara matahari lebih ekonomis, namun kualitas proksimat lebih bervariasi dan lebih rendah.

5.2 Saran

Saran yang dapat disampaikan yaitu sebaiknya untuk melakukan proses pengeringan menggunakan alat pengering hybrid tipe rak karena karena mampu mengeringkan daun singkong lebih cepat, merata, dan pada suhu terkontrol sehingga kandungan nutrisi seperti protein tetap terjaga, kadar air rendah, dibanding oven dan penjemuran matahari.

DAFTAR PUSTAKA

- Abda'U, dkk. (2023). Nutrients Content of Polianthes tuberosa Plant Waste Fermentation with *Aspergillus niger* as Alternative Feed Ingredients for Ruminant. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 11(2), 94.
- Abubakar, dkk. (2021). Peningkatan Produksi Bahan Pangan Singkong Dengan Memanfaatkan Lahan Gambut Di Gampong Kuala Baro, Kecamatan Kuala Pesisir Kabupaten Nagan Raya. *Community Development Journal: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(3), 829–834.
- Adegbola. (1977). *Methionine as an additive to cassava based diets*. In: *Proceedings of a workshop held at the University of Guelph*. IDRC and University of Guelph.
- Aling, dkk. (2020). Kecernaan Serat Kasar Dan Betn (Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen) Ransum Komplit Berbasis Tebon Jagung Pada Sapi Peranakan Ongole. *ZOOTEC*, 40(2), 428.
- Amilia dan Choiron. (2017). Studi Kelayakan Usaha Dan Daya Saing Pada Industri Tepung Tapioka Di Kecamatan Pogalan Kabupaten Trenggalek. *JSEP (Journal of Social and Agricultural Economics)*, 10(2), 51.
- Amrullah. (2004). *Analisis Bahan Pakan*. Universitas Hasanuddin.

- Andini, dkk. (2023). Pengaruh Suhu dan Waktu Pengeringan Terhadap Karakteristik Serbuk Pewarna Instan Daun Singkong (*Manihot utilissima* Pohl.). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 12(4), 834.
- Apriantono, dkk. (1989). *Analisa Pangan*. IPB Press.
- Ari, dkk. (2023). Pemanfaatan Silase Daun Singkong Untuk Pakan Ternak Sebagai Peningkatan Kualitas Ternak. *Eastasouth Journal of Positive Community Services*, 1(03), 152–160.
- Arifin (2011). *Studi Pembuatan Pati Dengan Substitusi Tepung Pisang Kepok (*Musa Paradisiaca formatypica*)* [Skripsi]. Universitas Hasanuddin.
- Arziah dan Yusmita. (2019). Analisis Mutu Tahu Dari Beberapa Produsen Tahu Di Kota Padang. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 23(2), 143–148.
- Azizah dan Indriani. (2024). Kualitas Fisik Wafer Pakan Berbahan Dasar Rumput Gajah Mini dan Legum Indigofera dengan Komposisi yang Berbeda. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*, 22(2), 98–102.
- Chaiareekitwat, dkk. (2025). Drying Behavior and Effect of Drying Temperatures on Cyanide, Bioactive Compounds, and Quality of Dried Cassava Leaves. *Applied Sciences*, 15(5), 2680.
- Cut. (2023). Penyuluhan Tentang Pentingnya Peranan Protein Dan Asam Amino Bagi Tubuh Di Desa Negeri Lima. *Jurnal Pengabdian Ilmu Kesehatan*, 1(3), 52–56.
- Dhanika. (2010). *Studi Keragaan Mesin Pengering Sistem Hybrid pada Pengolahan Mocaf (Modified Cassava Flour)*.

Diarra dan Devi. (2015). Feeding Value of Some Cassava By-Products Meal for Poultry: A Review. *Pakistan Journal of Nutrition*, 14(10), 735–741.

Fennema. (1996). *Food Chemistry*. Marcel Dekker.

Handayani. (2015). *Analisis Kualitas Kimia Susu Pasteurisasi dengan Penambahan Sari Buah Sirsak* [Skripsi]. Universitas Hasanuddin.

Hutomo, dkk. (2015). Pengaruh Konsentrasi Asap Cair Terhadap Kualitas Dan Kadar Kolesterol Belut (*Monopterus albus*) ASAP. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 4(1), 7–14.

Isharyudono, dkk (2019). Penggunaan Bahan Inkonvensional Sebagai Sumber Bahan Pakan. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, 1(1), 1.

Islami. (2010). *Ubi kayu*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Jumadin, dkk. (2017). Ekstrak Daun Singkong Baik Sebagai Antioksidan pada Burung Puyuh Dewasa yang Mendapat Paparan Panas Singkat (Extract of Cassava Leaves Is a Good Antioxidant for Mature Quail Which Exposed to Heat in Short Time). *Jurnal Veteriner*, 18(1), 135–143.

Korompot, dkk. (2018). Kandungan Serat Kasar Dari Bakasang Ikan Tuna (*Thunnus* sp.) Pada Berbagai Kadar Garam, Suhu Dan Waktu Fermentasi. *Jurnal Ilmiah Sains*, 18(1), 31.

Lestari, dkk. (2013). *Modul Tutorial Analisis Zat Gizi*. BOPTN P3-UGM.

Lund, dkk. (2010). Protein oxidation in foods and food quality. Dalam *Chemical Deterioration and Physical Instability of Food and Beverages* (hlm. 33–69). Elsevier.

- Mandriali, dkk. (2016). The Addition of Cassava Leaves Flour in Manufacturing of Sago Crackers. *Jom Faperta*, 3(2), 1–12.
- Muhandri, dkk. (2023). Karakteristik Pengeringan Rempah Daun Menggunakan Fluidized Bed Drier dan Tray Drier. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 34(2), 187–199.
- Mujumdar. (2014). *Handbook of Industrial Drying*. CRC Press.
- Nainggolan, dkk. (2024). Recent Trends in the Pre-Drying, Drying, and Post-Drying Processes for Cassava Tuber: A Review. *Foods*, 13(11), 1778.
- Prasetyo, dkk. (2019). Implementasi Alat Pendeteksi Kadar Air pada Bahan Pangan Berbasis Internet of Things. *SMARTICS Journal*, 5(2), 81–96.
- Priska, dkk. (2020). Effect of Drying Techniques on Nutrition Content and Gross Energy of Nuabosi Cassava (*Manihot esculenta*) Flour. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 12(2), 220–225.
- Probosari. (2019). Pengaruh Protein Diet Terhadap Indeks Glikemik. *Journal of Nutrition and Health*, 7(1), 33–39.
- Rahayuningtyas dan Kuala. (2016). Pengaruh Suhu Dan Kelembaban Udara Pada Proses Pengeringan Singkong (Studi Kasus: Pengering Tipe Rak). *ETHOS (Jurnal Penelitian dan Pengabdian)*, 4(1), 99–104.
- Risdianti, dkk. (2016). Kajian Pengeringan Jahe (*Zingiber Officinale Rosc*) berdasarkan Perubahan Geometrik dan Warna menggunakan Metode Image Analysis (Study of Dried Ginger (*Zingiber Officinale Rosc*) based on Changes in Geometric and Color using Image Analysis). *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 4(2), 275–284.

- Rizki, dkk. (2020). Modifikasi Model Rak Alat Pengering Tipe Hybrid Pada Pengeringan Ikan Keumamah. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 5(1), 441–440.
- Rosaini, dkk. (2015). Penetapan Kadar Protein Secara Kjeldahl Beberapa Makanan Olahan Kerang Remis (*Corbiculla moltkiana Prime.*) Dari Danau Singkarak. 7(2).
- Rukmana. (1999). *Singkong: Budidaya dan Pengolahan*. Kanisius.
- Salmahaminati. (2022). Analisis Kadar Air dan Protein Pada Produk Sosis di PT. Jakarana Tama Bogor. *Indonesian Journal of Chemical Research*, 6(2), 111–117.
- Sawitri, dkk. (2014). Analisa Pasangan Jembatan Garam Residu Glu15-Lys4 Pada Kestabilan Termal Protein IGB.
- Soedirga. (2022). Pemanfaatan Tepung Daun Singkong sebagai Substitusi Tepung Terigu dalam Pembuatan Kukis [Utilization of Cassava Leaves Flour as Wheat Flour Substitute in the Making of Cookies]. *FaST - Jurnal Sains dan Teknologi (Journal of Science and Technology)*, 6(1), 58–76.
- Soedirga, dkk. (2018). Analisis Kadar Air, Kadar Serat, Dan Rendemen Tepung Singkong Dengan Menggunakan Berbagai Metode Pengeringan. 2(2).
- Subandi, dkk. (2015). Modifikasi Oven Bekas sebagai Alat Pengering Multi Fungsi. *Jurnal Ilmiah Teknik Pertanian*, 7(2), 77–114.
- Sukarman. (2012). *Daun Singkong Adalah Bahan Baku Protein Pakan yang Murah dan Mudah didapat*. Balai Pustaka.
- Sunarno, dkk. (2011). *Teknologi Pakan Ikan Ekonomis dan Efisien Berbasis Bahan Baku Lokal*. IPB Press.

- Suryadi, dkk. (2012). Pendugaan Model Permintaan Ubi Kayu d i Indonesia. *Prosiding Seminar*, 1(2).
- Tillman, dkk. (1989). *Ilmu Makanan Ternak Dasar*. Gajah Mada University Press.
- Varianti, dkk. (2017). Pengaruh Pemberian Pakan dengan Sumber Protein Berbeda terhadap Efisiensi Penggunaan Protein Ayam Lokal Persilangan. *Jurnal Agripet*, 17(1), 53–59.
- Wahju. (2004). *Ilmu Nutrisi Unggas* (4 ed.). Gadjah Mada University Press.
<https://ugmpress.ugm.ac.id/id/product/peternakan/ilmu-nutrisi-unggas>
- Warji, dkk. (2023). Drying Vanilla Using A Hybrid Dryer. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 12(1), 212.
- Widnyani, dkk. (2021). Analisis Serat Kasar Produk Snack Bar Berbasis Tepung Kacang Gude (Cajanus Cajan), Dengan Kacang Kratok (Phaseolus lunatus) dan Kacang Merah (Phaseolus vulgaris). *Scientific Journal of Food Technology*, 8(2), 47–54.
- Widyasanti. (2019). Pengaruh Suhu Pengeringan dan Proses Blansing terhadap Mutu Tepung Daun Singkong (Manihot esculenta C) dengan Metode Oven Konveksi. *AGRISAINTEFIKA: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 3(1), 8.
- Winangsih, dkk. (2013). Pengaruh Metode Pengeringan Terhadap Kualitas Simplisia Lempuyang Wangi (Zingiber aromaticum L.). *Jurnal Buletin Anatomi dan Fisiologi*, XXI (1).
- Winarno. (1992). *Teknologi Pengolahan Rumput Laut*. Pustaka Sinar Harapan.
- Winarno, F. G. (2004). *Kimia Pangan Dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama.