

**KAJIAN PEMANFAATAN *Aspergillus niger* SEBAGAI STARTER
FERMENTASI DALAM UPAYA MENINGKATKAN KANDUNGAN
PROTEIN PADA ONGGOK SINGKONG**

SKRIPSI

Oleh

MELLIAN PEBRIANSYAH



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRACT

STUDY OF THE UTILIZATION OF *Aspergillus niger* AS A FERMENTATION STARTER IN AN EFFORT TO INCREASE PROTEIN CONTENT IN CASSAVA ONGGOK

By

MELLIAN PEBRIANSYAH

Cassava onggok is a solid waste from cassava factory production which has a high carbohydrate content so it has the potential to be processed into livestock feed. The addition of *Aspergillus niger* as a fermentation starter is expected to increase the protein content in cassava piles. The aim of this research is to find out the best fermentation formula for increasing protein levels. This research was structured in a non-factorial Complete Randomized Group Design (RAKL) with two replications and 6 treatment combinations, namely A1L1, A1L2, A2L1, A2L2, A3L1, and A3L2. A is the concentration level of *Aspergillus niger* (A1: 2%, A2: 4%, A3: 6%) based on the number of fermented cassava piles. L is the length of time for fermentation (L1: 4 days, L2: 7 days). Fermentation data was tested to see the increase in protein content. Data analysis was carried out using two-way ANOVA statistical analysis by comparing fermentation data for each treatment. The analysis was continued with the Duncan's difference test. The results of the study showed that all data parameters were homogeneous, and the analysis of variance test showed that there were very significant differences between treatments at a significance level of 5%. The best response was obtained in A3L2 treatment with *Aspergillus niger* concentrations of up to 6% for 7 days, an average of 21.94% was obtained.

Key words: Cassava pile, *Aspergillus niger*, animal feed.

ABSTRAK

KAJIAN PEMANFAATAN *Aspergillus niger* SEBAGAI STARTER FERMENTASI DALAM UPAYA MENINGKATKAN KANDUNGAN PROTEIN PADA ONGGOK SINGKONG

Oleh

MELLIAN PEBRIANSYAH

Onggok singkong merupakan limbah padat dari hasil produksi pabrik singkong yang memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi sehingga berpotensi untuk diolah menjadi pakan hewan ternak. Penambahan *Aspergillus niger* sebagai starter fermentasi diharapkan mampu menaikkan kadar protein pada onggok singkong. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui formula fermentasi terbaik dalam meningkatkan kadar protein. Penelitian ini disusun dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) non faktorial dengan dua kali ulangan dan 6 kombinasi perlakuan yaitu A1L1, A1L2, A2L1, A2L2, A3L1, dan A3L2. A merupakan kadar konsentrasi *Aspergillus niger* (A1: 2%, A2: 4%, A3: 6%) berdasarkan jumlah onggok singkong yang difermentasi. L merupakan lama waktu fermentasi (L1: 4 hari, L2: 7 hari). Pengujian dilakukan untuk melihat peningkatan kadar protein. Analisis data dengan analisis statistik Anova dua arah (*Two Way Annova*) dengan membandingkan data hasil fermentasi pada setiap perlakuan. Uji lanjut menggunakan uji beda *Duncan*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua parameter data adalah homogen, dan uji analisis ragam menunjukkan adanya perbedaan sangat nyata antara perlakuan pada taraf signifikansi 5%. Data terbaik didapatkan pada perlakuan A3L2 dengan konsentrasi *Aspergillus niger* hingga 6% selama 7 hari diperoleh rata-rata 21,94%.

Kata kunci : onggok singkong, *Aspergillus niger*, pakan ternak.

**KAJIAN PEMANFAATAN *Aspergillus niger* SEBAGAI STARTER
FERMENTASI DALAM UPAYA MENINGKATKAN KANDUNGAN
PROTEIN PADA ONGGOK SINGKONG**

Oleh

Mellian Pebriansyah

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN**

Pada

**Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

Judul : **KAJIAN PEMANFAATAN *Aspergillus niger* SEBAGAI STARTER FERMENTASI DALAM UPAYA MENINGKATKAN KANDUNGAN PROTEIN PADA ONGGOK SINGKONG**

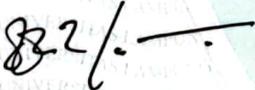
Nama Mahasiswa : **Mellian Pebriansyah**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1814051073**

Program Studi : **Teknologi Hasil Pertanian**

Fakultas : **Pertanian**




Ir. Harun Al Rasyid, M.T.
NIP 19620612 198803 1 002


Teguh Setiawan, S.T.P., M.Si.
NIP 19900830 201903 1 010

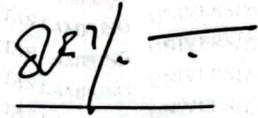
2. Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian


Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A.
NIP 19721006 199803 1 005

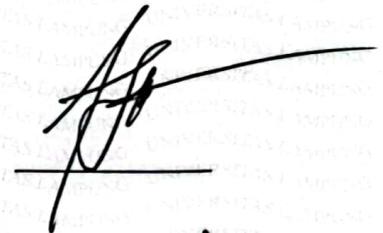
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

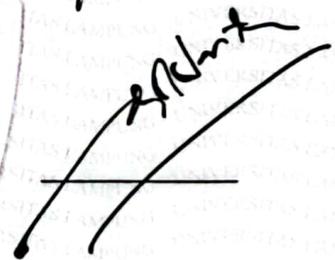
Ketua : Ir. Harun Al Rasyid, M.T.



Sekretaris : Teguh Setiawan, S.T.P., M.Si.



**Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Dewi Sartika, S.T.P., M.Si.**



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. N.P. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.
NIP. 19641118 198902 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 02 Mei 2024

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Mellian Pebriansyah

NPM : 1814051073

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang ditulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil kerja saya sendiri yang berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini tidak berisi material yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil 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, 12 Juli 2024
Yang membuat pernyataan



Mellian Pebriansyah
NPM. 1814051073

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Sukaraja pada tanggal 11 Januari 2000 sebagai anak kedua dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Rasmanudin dan Ibu Marwati. Penulis memiliki kakak perempuan bernama dr. Belinda Intan Lucia. Penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Dasar di SDN 1 Sukamulya pada tahun 2012, Sekolah Menengah Pertama di MTs N 2 Lampung Selatan pada tahun 2015, dan Sekolah Menengah Atas di SMAN 1 Kalianda pada tahun 2018.

Pada tahun 2018, penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik pada Bulan Januari–Februari 2021 di Kelurahan Rajabasa Raya, Kecamatan Rajabasa, Kota Bandarlampung. Penulis Melaksanakan Praktik Umum (PU) di Pabrik Tahu Haji Tikno, di jalan Morotai, Kelurahan Jagabaya III, Kecamatan Way Halim, Kota Bandarlampung, dengan judul “Mempelajari Penerapan Sanitasi Industri di Pabrik Tahu Haji Tikno” pada bulan Juli 2021

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam kegiatan kemahasiswaan Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung (HMJ THP FP Unila).

SANWACANA

Alhamdulillah rabbil'aalamiin. Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas Rahmat, Hidayah, dan Inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Kajian Pemanfaatan *Aspergillus Niger* Sebagai Starter Fermentasi Dalam Upaya Meningkatkan Kandungan Protein Pada Onggok Singkong”. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini mendapatkan arahan dan bimbingan, baik secara langsung maupun tidak langsung sehingga pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas H., M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung atas fasilitas, dukungan, kritik dan juga teguran kepada penulis dan izin yang diberikan selama penulis menjalani perkuliahan hingga menyelesaikan kuliah di Universitas Lampung.
3. Bapak Ir. Harun Al Rasyid, M.T., selaku Pembimbing Pertama yang telah banyak memberikan pengarahan, bimbingan dan masukan juga bantuan moral dan materi dalam proses penyelesaian skripsi penulis.
4. Bapak Teguh Setiawan, S.T.P., M.Si., selaku Pembimbing Kedua yang telah banyak memberikan pengarahan, bimbingan dan masukan dalam proses penyelesaian skripsi penulis.
5. Ibu Dr. Dewi Sartika, S.T.P., M.Si., selaku Penguji yang telah memberikan saran, dan evaluasi terhadap karya skripsi penulis.
6. Ibu Ir. Zulferiyenni, M.T.A., selaku dosen Pembimbing Akademik yang ikut serta memberikan arahan kepada penulis dalam perkuliahan di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.

7. Seluruh Bapak dan Ibu dosen pengajar, staff administrasi dan laboratorium serta seluruh karyawan di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
8. Keluarga tercinta penulis Bapak Rasmanudin, Ibu Marwati, dan Kakak dr. Belinda Intan Lucia yang telah memberikan dukungan material dan spiritual, kasih sayang, do'a yang selalu menyertai penulis selama ini. Terima kasih telah memberikan semangat dalam menjalankan perkuliahan. Terima kasih telah merelakan dan mengorbankan waktunya untuk memberikan kehidupan yang layak bagi penulis.
9. Sahabat-sahabatku THP angkatan 2018 serta seluruh keluarga besar HMJ THP tersayang yang selalu berbagi cerita, selalu ada dalam kehidupan kampus baik suka maupun duka, selalu mendukung, memberikan saran, serta tempat penulis berkeluh kesah.

Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan mereka, dan penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, 12 Juli 2024

Penulis

Mellian Pebriansyah

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan.....	3
1.3. Kerangka Pemikiran.....	3
1.4. Hipotesis.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Singkong	5
2.1.1. Klasifikasi Tanaman Singkong	6
2.1.2. Morfologi Tanaman Singkong	7
2.2. Onggok Singkong	9
2.3. Fermentasi	11
2.4. <i>Aspergillus Niger</i>	15
2.5. Urea	17
2.6. Protein Kasar	19
III. METODE PENELITIAN	21
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian.....	21
3.2. Bahan dan Alat Penelitian	21
3.3. Metode Penelitian	21
3.4. Pelaksanaan Penelitian	22
3.4.1. Fermentasi Onggok Singkong.....	22

3.4.2. Kadar Protein	24
3.4.3. Analisis Nilai Tambah.....	24
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1. Persentase Protein Kasar Onggok Singkong Fermentasi.....	27
4.2. Analisis Nilai Tambah.....	30
V. KESIMPULAN DAN SARAN	33
5.1. Kesimpulan	33
5.2. Saran.....	33
DAFTAR PUSTAKA.....	34
LAMPIRAN.....	38

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kandungan Nutrisi Tepung Onggok Singkong	11
2. Prosedur perhitungan analisis nilai tambah Metode Hayami.....	25
3. Rataan kandungan protein onggok (berdasarkan % BK).....	27
4. Hasil perhitungan metode hayami.....	31
5. Data protein kasar onggok	39
6. Bartlett's test	40
7. Analisis ragam.....	41
8. Uji Duncan terhadap faktor A	41
9. Uji Duncan terhadap faktor A	42
10. Uji Duncan terhadap faktor AL.....	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Singkong <i>Manihot esculenta cratz</i>	7
2. Onggok singkong	10
3. Kurva Pertumbuhan Bakteri.....	13
4. <i>Aspergillus niger</i>	16
5. Proses fermentasi	23
6. Diagram kadar protein berdasarkan konsentrasi <i>Aspergillus niger</i>	28
7. Diagram kadar protein berdasarkan lama waktu fermentasi.....	29
8. Penimbangan onggok.....	43
9. Penimbangan urea	43
10. Fermentasi hari ke 0	43
11. Fermentasi hari ke 1	44
12. Fermentasi hari ke 2	44
13. Fermentasi hari ke 3	44
14. Fermentasi hari ke 4	45
15. Fermentasi hari ke 5	45
16. Fermentasi hari ke 6	45
17. Fermentasi hari ke 7	46
18. Pengovenan sampel.....	46
19. Hasil fermentasi A1L1	46
20. Hasil fermentasi A2L1	47
21. Hasil fermentasi A2L2	47
22. Hasil fermentasi A3L1	47
23. Hasil fermentasi A3L2	48
24. Sampel siap uji	48
25. Penambahan selenium.....	48

26. Penambahan aquades	49
27. Penambahan H ₂ SO ₄	49
28. Proses detruksi	49
29. Metil merah & biru.....	50
30. Proses titrasi	50
31. Setelah dan sebelum titrasi.....	50

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris sebagian besar penduduknya bekerja di bidang pertanian. Salah satu hasil pertanian terbesar adalah tanaman ubi kayu (singkong). Singkong merupakan produksi pertanian terbesar di Provinsi Lampung dan nomor satu di Indonesia tahun 2023 produksi singkong mencapai 7,3 Juta ton dengan sasaran luas tanam tahun 268.822 hektar (BPS, 2022). Banyaknya singkong yang dihasilkan maka banyak limbah yang dihasilkan, salah satunya adalah onggok (Kementan, 2022). Onggok adalah limbah padat berupa ampas dari pengolahan ubi kayu menjadi tapioka dan diperkirakan di Indonesia dihasilkan kurang lebih 1,2 juta ton per tahun, namun pemanfaatan limbah padat ini masih sangat rendah, yang apabila dibiarkan dalam beberapa hari akan menimbulkan bau asam dan busuk yang bersifat mencemari lingkungan. Nutrien utama onggok adalah karbohidrat yaitu 60-70%, dengan komponen utama berupa pati (Nusantara dkk., 2022).

Onggok singkong merupakan limbah padat dari hasil produksi pabrik singkong yang dapat mencemari lingkungan jika proses pengolahan limbahnya dibuang begitu saja. Limbah singkong ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak. Pengolahan yang baik akan menghasilkan onggok singkong menjadi bahan pakan ternak yang berkualitas. Ampas singkong yang berasal dari limbah hasil pabrik singkong dapat dimanfaatkan dan tidak dibuang begitu saja yang dapat membuat kerusakan lingkungan (Masyitah dan Abubakar, 2023). Pakan merupakan salah satu unsur penting dalam kegiatan budidaya yang menunjang pertumbuhan pada ternak. Pakan pada kegiatan budidaya umumnya adalah pakan komersial yang menghabiskan sekitar 60-70% dari total biaya produksi yang dikeluarkan.

Keberhasilan dalam budidaya dapat dicapai dengan pemberian pakan yang tepat. Permasalahan efisiensi pakan yaitu harga pakan komersil yang mahal (Kurniawan, 2020).

Makanan harus tersedia setiap saat bagi peternak apapun. Pemberian makanan yang tidak memadai baik jumlah maupun mutunya, tidak saja berakibat menurunkan produksi, daging, telur maupun susu, tetapi akibatnya juga terhadap kelangsungan hidup peternak sendiri, yang akhirnya bisa menghentikan pemeliharaan ternak atau terus beternak dengan memikul kerugian berkesinambungan. Pemberian makanan yang tidak memadai ini disebabkan oleh rendahnya daya dukung kualitas dan kuantitas, tingginya harga pakan serta kurangnya ilmu peternak akan peranan makanan (Ilham dkk, 2018). Salah satu alternatif untuk pengadaan pakan murah, mudah dan kualitas gizinya memadai, adalah dengan memanfaatkan limbah onggok singkong menjadi pakan ternak, dengan ketentuan pengolahan dengan metode bioproses untuk memperluas manfaat sebagai sumber protein perlu dilakukan suatu rekayasa bioteknologi, melalui proses biakan protein sel tunggal, dikenal dengan sebutan fermentasi yang dapat meningkatkan kadar protein dan zat gizi lainnya (Masyitah dan Abubakar, 2023).

Salah satu cara memperbaiki kualitas pakan ternak adalah mengolah pakan menjadi bentuk pelet. Keuntungan pengolahan ini diantaranya akan mengurangi pengambilan ransum secara selektif oleh ternak, membantu ternak untuk menyerap nutrisi yang terkandung dalam pakan, karena pada setiap pelet telah mengandung semua nutrisi yang diperlukan, sehingga tidak ada nutrisi yang terbuang, meningkatkan kepadatan ransum, sehingga distribusi pakan lebih mudah. Prospek pembuatan pakan ternak onggok singkong sangat bagus, disamping murah, ketersediaanya selalu melimpah (Nusantara dkk., 2022). Salah satu alternatif untuk pengadaan pakan murah, mudah dan kualitas gizinya memadai, adalah dengan memanfaatkan limbah onggok singkong menjadi pakan ternak, dengan ketentuan pengolahan dengan metode bioproses untuk memperluas manfaat sebagai sumber protein perlu dilakukan suatu rekayasa bioteknologi melalui proses biakan protein sel tunggal.

1.2. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh perbandingan konsentrasi *Aspergillus niger* terhadap peningkatan kandungan protein onggok singkong.
2. Mengetahui pengaruh perbandingan lama fermentasi terhadap peningkatan kandungan protein onggok singkong.
3. Mengetahui interaksi antara konsentrasi *Aspergillus niger* dengan lama fermentasi terhadap kandungan protein onggok singkong.
4. Mengetahui peningkatan nilai tambah dari pengolahan onggok singkong fermentasi.

1.3. Kerangka Pemikiran

Kurangnya pakan ternak murah yang berkualitas adalah masalah yang sering dihadapi peternak. Dengan biaya produksi, sekitar 70% nya dihabiskan oleh pakan, hal itu membuat peternak yang baru memulai ataupun sudah lama kesulitan untuk mendapatkan keuntungan, sehingga dibutuhkan bahan pakan alternatif agar masalah ini dapat terselesaikan. Melihat dari masalah yang ada dalam industri, limbah merupakan salah satu masalah yang cukup besar. Pengolahan limbah yang tidak benar dapat mencemari lingkungan baik tanah, air, bahkan udara. Tidak terkecuali limbah industri pertanian. Limbah industri pertanian yang masih bisa dimanfaatkanpun masih banyak yang tidak tahu cara pengolahannya.

Limbah onggok menjadi salah satu limbah yang sangat banyak untuk tidak dimanfaatkan. Walaupun limbah onggok biasanya dijadikan pakan ternak namun dalam pengolahannya masih kurang. Sehingga membuat limbah onggok itu sendiri tidak memiliki nilai jual yang tinggi. Kandungan nutrien yang terdapat dalam onggok yaitu protein kasar 1,88%; serat kasar 15,62%; lemak kasar 0,25%; dan bahan ekstrak tanpa nitrogen 81,10% (Farida *et all.*, 2018). Melihat dari permasalahan yang ada peneliti berusaha mengembangkan pengolahan limbah onggok agar memiliki daya jual tinggi dengan menjadikan limbah onggok sebagai bahan baku pakan ternak.

1.4. Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini terdapat penelitian ini adalah:

1. Terdapat pengaruh perbandingan konsentrasi *Aspergillus niger* terhadap peningkatan kandungan protein onggok singkong.
2. Terdapat pengaruh perbandingan lama fermentasi terhadap peningkatan kandungan protein onggok singkong.
3. Terdapat interaksi antara konsentrasi *Aspergillus niger* dengan lama fermentasi terhadap kandungan protein onggok singkong.
4. Terdapat peningkatan nilai tambah dari pengolahan onggok singkong fermentasi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Singkong

Singkong atau ubi kayu atau ketela pohon *Manihot esculenta* Crantz merupakan salah satu sumber karbohidrat lokal Indonesia yang menduduki urutan ketiga terbesar setelah padi dan jagung. Tanaman ini merupakan bahan baku yang paling potensial untuk diolah menjadi tepung (Budiman *et al.*, 2021). Singkong (*Manihot esculenta*) merupakan tanaman perdu penghasil umbi yang dapat hidup sepanjang tahun. Singkong berasal dari benua Amerika, tepatnya dari negara Brazil. Penyebaran singkong hampir ke seluruh penjuru dunia, antara lain Afrika, Madagaskar, India, Tiongkok, dan berkembang di negara-negara yang terkenal dengan wilayah pertaniannya salah satunya Indonesia.

Singkong masuk ke Indonesia pada tahun 1852, tetapi masyarakat Indonesia baru mengenal singkong pada tahun 1952 (Abidin *et al.*, 2020). Indonesia termasuk dari tiga negara penghasil singkong terbesar di dunia. Indonesia memiliki peluang besar untuk menjadi negara penghasil singkong terbesar di dunia karena diversifikasi budidaya singkong terus berkembang pesat. Saat ini Indonesia merupakan negara penghasil singkong terbanyak keempat dunia. Berturut-turut adalah Nigeria sebanyak 57 juta ton, Thailand 30 juta ton, Brazil 23 juta ton dan Indonesia 19-20 juta ton (BPS, 2022).

Produksi singkong di provinsi Lampung memiliki jumlah terbanyak di Indonesia yaitu sebesar 7,3 juta ton pada tahun 2022 (Kementan, 2022). Onggok adalah salah satu limbah pertanian dan agroindustri yang bisa dijadikan sebagai pakan ternak. Onggok tersedia dalam jumlah yang berlimpah sehingga mudah sekali didapat, harganya murah, dan tidak bersaing dengan kebutuhan manusia. Pemanfaatan onggok sebagai pakan ternak diharapkan dapat mengatasi

penyediaan bahan pakan dan menanggulangi dampak negatifnya terhadap lingkungan. Onggok yang berasal dari pengolahan ubi kayu menjadi tepung tapioka merupakan limbah padat yang masih mengandung protein dan karbohidrat sebagai ampas pati, kandungan bahan ekstrak tanpa nitrogen dalam onggok dapat mencapai 71,64%. Berdasarkan tingginya kandungan BETN ini, maka onggok dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan sebagai sumber energi untuk ternak (Kurniawan, 2020)

2.1.1. Klasifikasi Tanaman Singkong

Ubi kayu atau singkong *Manihot esculenta crantz* atau *Maniot utilisissima phol* merupakan makanan pokok bagi penduduk di dunia, selain sebagai makanan pokok singkong juga digunakan sebagai bahan baku industri dan pakan ternak. Singkong termasuk dalam famili *Euphorbiaceae* atau suku jarak–jarakan. Singkong banyak mempunyai nama daerah, diantaranya ketela pohon, ubi kayu, pohung, kasbi, sepe, boled, budin (Jawa), sampeu (Sunda), kase (Papua), (Inggris) *Cassava*, *tapioca plant* (Philipina) Kamoteng kahoy dan sebagainya. Secara umum klasifikasi singkong adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Ordo	: Euphorbiales
Famili	: Euphorbiaceae
Genus	: <i>Manihot</i>
Spesies	: <i>Manihot utilisissima Pohl.</i> ; <i>Manihot esculenta Crantz</i>

Singkong *Manihot utilisissima* atau *Manihot esculenta crantz* merupakan salah satu tanaman yang tersebar luas di Indonesia yang sudah banyak dibudidayakan di berbagai negara di dunia (Nurul *et all*, 2021). Varietas-varietas ketela pohon unggul yang biasa ditanam, antara lain: Valenca, Mangi, Betawi, SPP, Muara, Mentega, Andira 1, Gading, Andira 2, Malang 1, Malang 2, dan Andira 4. Karbohidrat yang cukup potensial di Indonesia adalah singkong (*Manihot*

esculenta), ubi jalar (*Ipomoea batatas*), uwi-uwian (*Dioscorea sp.*), talas (*Colocasia esculenta*) dan keladi (*Xanthosoma sp.*). Kelima bahan tersebut merupakan singkong yang paling populer, karena permintaan terhadap singkong terus meningkat setiap tahunnya, baik karena pertambahan jumlah penduduk, pesatnya perkembangan industri pangan dan non pangan. Tanaman singkong tidak butuh tanah subur hanya memerlukan tanah yang cukup gembur sehingga hasilnya memuaskan. Oleh karena itu, singkong merupakan jenis umbu-umbian daerah tropis yang merupakan sumber energi paling murah (Erviana dkk., 2020).

2.1.2. Morfologi Tanaman Singkong

Singkong atau yang biasa disebut ubi kayu merupakan tanaman yang mudah sekali dibudidayakan, bahkan di tanah yang marginal tanaman ini bisa hidup dan dapat memberikan hasil. Selain itu kandungan karbohidrat yang berasal dari umbi kayu sangat tinggi, sehingga dapat digunakan sebagai pengganti beras. Berikut adalah gambar singkong atau ubi kayu.



Gambar 1. Singkong *Manihot esculenta cratz*
Sumber : Kompas (2022)

Singkong atau ubi kayu terdiri dari beberapa bagian seperti daun, batang, akar, kulit, bunga, dan onggok singkong.

a. Daun

Daun singkong tumbuh di sepanjang batang dengan tangkai yang panjang. Daun singkong berwarna kehijauan dan tulang daun yang majemuk menjari dengan anak daun berbentuk elips yang berujung runcing, posisi duduk daun spiral dengan rumus $2/5$ dan ruas antara tangkai daun pendek 3-5 cm. Warna daun muda (pucuk) hijau kekuningan atau hijau keunguan sedangkan daun dewasa berwarna hijau tua dan bagian tiap daun (cuping daun) berukuran lebar ($p/l < 5$ cm) dengan jumlah tiap daun 5, 6, dan 7 helai, berbentuk lanset ujung daun meruncing (Erviana dkk., 2020). Tangkai daun panjang dengan warna hijau, merah, kuning, atau kombinasi dari ketiganya.

b. Batang

Batang tanaman singkong berbentuk bulat diameter 2,5-4 cm, berkayu beruas-ruas dan panjang. Ketinggiannya dapat mencapai 1-4 meter. Warna batang bervariasi tergantung dari kulit luar, tetapi batang yang masih muda pada umumnya berwarna hijau dan pada saat tua berubah keputih-putihan, kelabu, hijau kelabu atau coklat kelabu. Empulur batang berwarna putih, lunak, dan strukturnya empuk seperti gabus. sedang permukaan beralur dan bercabangan dan tidak bercabang (Erviana dkk., 2020).

c. Akar

Akar penyokong memberikan tambahan topangan untuk tumbuh tegak dan membantu penyerapan hara. Akar akan membesar dan membentuk umbi. Umbi pada singkong merupakan akar pohon yang membesar. Umbi singkong berbeda dengan umbi tanaman umbi-umbian lain. Umbi secara anatomis sama dengan akar, tidak mempunyai mata tunas sehingga tidak dapat digunakan sebagai alat perbanyakan vegetatif. Bagian umbi merupakan bagian terbesar, dan ditengahnya terdapat sumbu dimana sumbu ini berfungsi sebagai penyalur makanan hasil fotosintesis dari daun ke akar (Maharani, 2017).

Secara morfologis, bagian umbi dibedakan menjadi beberapa bagian diantaranya, tangkai, umbi, dan bagian ekor pada bagian ujung umbi. Tangkai ujung bervariasi dari sangat pendek(kurang dari 1 cm) hingga panjang (lebih dari 6 cm). Ekor

umbi ada yang pendek dan ada yang panjang. Bentuk umbi beragam mulai agak gemuk membulat, lonjong, pendek hingga memanjang dengan rata-rata bergaris tengah 2-3 cm dan panjang 50-80 cm, tergantung dari jenis singkong yang ditanam (Fauzi dkk., 2017).

d. Kulit

Umbi singkong terdiri atas tiga lapis, diantaranya yaitu kulit luar berwarna coklat, lapisan kulit dalam berwarna putih atau kekuningan, dan lapisan daging berwarna putih atau putih kekuningan sesuai dengan jenisnya. Diantara bagian kulit dalam dan kulit luar, terdapat jaringan kambium yang menyebabkan umbi dapat membesar.

e. Bunga

Bunga pada singkong muncul saat 9 bulan setelah ditanam. Umbi berbentuk silindris *Cylindrical* dengan ketebalan korteks, sedang (2-3 mm). Bunga betina lebih dulu muncul dan matang. Bunganya berumah satu (*Monoecius*) dan proses penyerbukannya bersifat silang. Jika selama 24 jam bunga betina tidak dibuahi, bunga akan layu dan gugur (Erviana dkk., 2020).

2.2. Onggok Singkong

Onggok adalah hasil samping pengolahan singkong menjadi tapioka yang berupa limbah padat setelah proses pengepresan. Onggok yang diolah menjadi tepung onggok singkong jumlahnya melimpah, memiliki harga yang relatif murah, ketersediaannya berkelanjutan, dan sampai saat ini masih belum dimanfaatkan sebagai bahan baku pakan ikan. Produksi ubi kayu nasional di Indonesia pada tahun 2022 mencapai 20.255.867,00 ton (Kementan, 2022). Setiap ton ubi kayu menghasilkan 250 kg tapioka dan 114 kg onggok (Nugroho, 2018). Penggunaan tepung onggok singkong dalam pakan dibatasi oleh beberapa hal, diantaranya yaitu kandungan protein yang rendah (2-5%), kandungan serat kasar yang cukup tinggi (12-20%). Onggok singkong dan tepung onggok singkong dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Onggok singkong
Sumber : Akhadiarto (2017)

Tanaman ubi kayu termasuk dalam famili *Euphorbiaceae* dapat tumbuh dengan mudah hampir di semua jenis tanah dan tahan terhadap serangan hama maupun penyakit. Pada umumnya, umbi ubi kayu dimanfaatkan sebagai bahan pangan sumber karbohidrat 54,2%, industri tepung tapioka 19,70%, industri pakan ternak 1,80%, industri non pangan lainnya 8,50% dan sekitar 15,80% diekspor (Akhadiarto, 2017). Industri tapioka merupakan salah satu industri yang cukup banyak menghasilkan limbah padat berupa onggok. Onggok adalah limbah yang dihasilkan pada proses pengolahan singkong menjadi tapioka yang berupa limbah padat utama setelah pengepresan. Limbah dari pabrik tapioka yang kering, padat dan keras. Onggok yang apabila didiamkan dalam beberapa hari akan menimbulkan bau asam dan busuk yang bersifat mencemari lingkungan (Nugroho, 2018).

Komposisi onggok dipengaruhi oleh lokasi penanaman, umur panen, varietas ubi kayu, dan proses ekstraksi yang digunakan (Sutikno dkk., 2018).

Kandungan nutrisi yang terdapat dalam onggok yaitu 2,89% protein kasar (PK); 1,21% abu; 0,38% lemak kasar (LK); 14,73% serat kasar (SK); 80,80% bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) dan 2783 kkal/kg energi metabolis (Kiramang, 2019). Onggok berpotensi sebagai pakan ternak karena

mengandung karbohidrat atau pati yang masih cukup tinggi sehingga biasa dimanfaatkan sebagai sumber energi. Kandungan energi metabolis onggok adalah 3000 kkal/kg. Kandungan protein onggok ini sangat rendah dan sianida yang tinggi yaitu sekitar 1,75 mg/g (Sutikno dkk., 2018).

Tabel 1. Kandungan Nutrisi Tepung Onggok Singkong

No	Komponen	Kandungan (%BK)
1	Karbohidrat	90,29
	- Pati	59,40
	- Serat Kasar (SK)	22,45
	- Gula Reduksi	3,71
2	Air	6,69
3	Abu	1,87
4	Lemak	0,11
5	Protein	1,04

Sumber : Sutikno, dkk (2018).

Onggok adalah serat yang merupakan hasil samping pembuatan pati dari ubi kayu (cassava). Serat onggok terdiri dari hemiselulosa, pektin dan selulosa, serta hasil sementara menunjukkan bahwa penambahan asam 20 ml merupakan 11 kondisi optimal untuk proses hidrolisa pati dari onggok dan kurang lebih 80% onggok mampu terhidrolisa menjadi glukosa pada 24 jam fermentasi (Afebrata dkk., 2018). Pati yang tertinggal menyebabkan onggok memiliki kandungan karbohidrat yang cukup tinggi yaitu 50 - 70%, sehingga dimanfaatkan sebagai media tumbuh mikroba (Afebrata dkk, 2018).

2.3. Fermentasi

Fermentasi merupakan proses metabolisme dengan bantuan enzim dari mikroorganisme untuk melakukan oksidasi, reduksi, hidrolisa, dan reaksi lainnya sehingga terjadi proses konversi molekul yang lebih besar menjadi molekul yang lebih kecil (Hasanah, 2017). Fermentasi merupakan salah satu metode yang sering digunakan untuk meningkatkan kandungan gizi limbah pertanian dan perkebunan. Pengolahan bahan makanan secara fermentasi mempunyai prinsip yaitu mengaktifkan mikroorganisme yang dibutuhkan

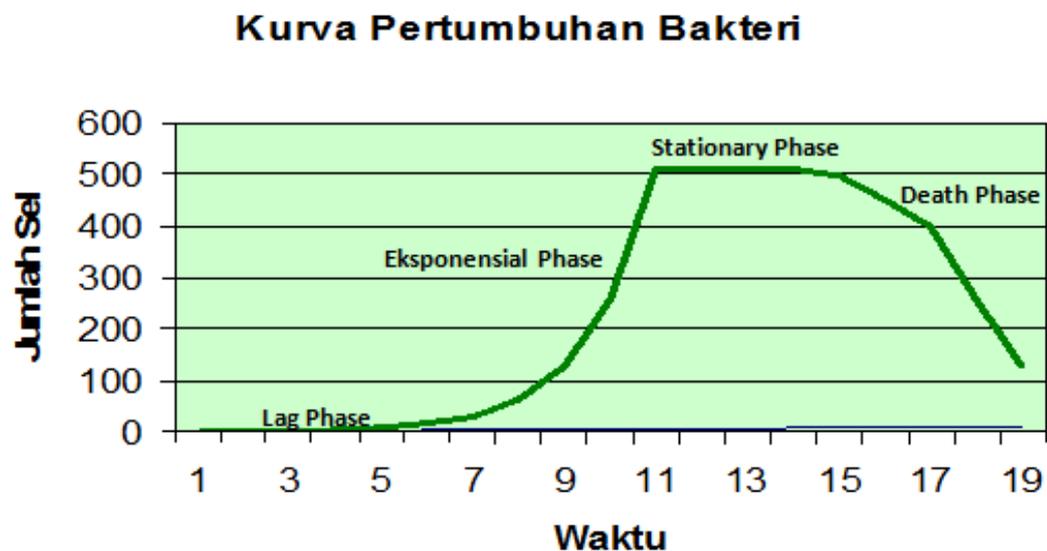
sehingga terbentuk produk baru berbeda dari bahan bakunya (Merdekawani dan Kasmiran, 2017). Fermentasi anaerob adalah fermentasi yang tidak memerlukan oksigen, sedangkan fermentasi aerob adalah fermentasi yang membutuhkan oksigen.

Menurut jenis medianya, proses fermentasi terbagi menjadi dua, yaitu fermentasi media cair dan media padat. Fermentasi media cair merupakan metode fermentasi dengan menggunakan substrat cair. Penambahan maupun penggantian nutrisi dalam media cair secara kontinu. Metode fermentasi cair cocok untuk mikroorganisme seperti bakteri yang membutuhkan kandungan air yang tinggi. Fermentasi padat merupakan metode mikroorganisme yang tumbuh pada substrat padat dengan kandungan air yang rendah. Metode ini cocok untuk golongan kapang berfilamen. Fermentasi mempunyai manfaat, diantaranya dapat mengubah bahan organik (BO) kompleks seperti protein, karbohidrat dan lemak menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana dan mudah dicerna, mengubah rasa dan aroma yang tidak disukai menjadi disukai, mensintesis protein, mempercepat pematangan dan dalam beberapa hal menambah 12 daya tahan. Keuntungan lain yang terjadi karena proses fermentasi diantaranya adalah mengawetkan, merusak atau menghilangkan bau yang tidak diinginkan, meningkatkan daya cerna, menambah flavour serta menghasilkan warna yang diinginkan. Makanan yang telah difermentasi memiliki nilai gizi yang tinggi dan menjadi lunak (Mulia dkk., 2019).

Proses fermentasi dapat berjalan baik apabila dalam medium tersebut tersedia semua nutrisi yang dibutuhkan oleh mikroba, serta kondisi fermentasi yang spesifik untuk masing-masing mikroba. Mikroba yang digunakan dalam proses fermentasi dapat menghasilkan enzim yang akan mendegradasi senyawa-senyawa kompleks menjadi lebih sederhana dan mensintesis protein (Alegre *et al.*, 2019). Menurut Mulia dkk. (2019), dalam proses fermentasi mikroba memperoleh energi melalui perombakan bahan yang memberikan zat-zat hara atau mineral seperti hidrat arang, protein, vitamin, dan zat lainnya. Teknologi fermentasi banyak dilakukan untuk meningkatkan nilai gizi bahan pakan lokal atau asal limbah, misalnya melalui fermentasi dengan menggunakan *Aspergillus niger*.

Keuntungan fermentasi padat yaitu lebih hemat biaya, konsumsi air yang rendah, tingkat produktivitasnya tinggi, tekniknya sederhana (Alegre *et al.*, 2019). Sistem aerasi lebih mudah dan optimum dikarenakan adanya ruang diantara partikel substrat. Kandungan air pada fermentasi media padat sekitar 60-80% (Hasanah, 2017). Bahan pakan yang digunakan merupakan substrat dari produk sampingan nabati atau limbah pertanian dan memiliki sumber yang kaya akan energi sehingga dapat digunakan sebagai substrat dalam fermentasi padat (Alegre *et al.*, 2019).

Onggok singkong diubah menjadi pakan ternak yang bernilai gizi baik dan mudah dicerna, maka salah satu cara yang ditempuh adalah fermentasi. Penelitian yang telah dilakukan oleh Hasanah (2017), pada fermentasi eceng gondok menjadi pakan ternak dengan ragi tempe menunjukkan kenaikan menjadi 11,09%, demikian pula Muniroh (2023), juga telah berhasil memfermentasikan pakan ternak dari limbah pertanian dan implementasikan pada ruminansia. Menurut Wuryanti (2018), pertumbuhan mikroba dalam suatu kultur melewati beberapa fase yaitu :



Gambar 3. Kurva Pertumbuhan Bakteri
Sumber : Wuryanti (2018)

a. Fase Adaptasi

Fase adaptasi adalah fase penyesuaian mikroba dengan kondisi lingkungan baru disekelilingnya. Jumlah awal sel yang dipindah ke media baru

mempengaruhi cepat lambatnya fase adaptasi. Bila media dan lingkungan pertumbuhan sama dengan media sebelumnya, mungkin tidak diperlukan waktu adaptasi.

b. Fase Pertumbuhan Awal

Pada tahap awal pertumbuhan mikroba, proses pembelahan diri berlangsung dengan kecepatan yang rendah. Hal ini disebabkan oleh mikroba yang masih dalam tahap penyesuaian diri dengan kondisi baru disekitarnya.

c. Fase Pertumbuhan Logaritmik

Mikroba membelah dengan cepat dan konstan mengikuti kurva logaritmik. Kecepatan pertumbuhan sangat dipengaruhi oleh pH, kandungan nutrisi, suhu dan kelembaban udara. Pada fase ini kultur paling sensitif terhadap keadaan lingkungan.

d. Fase Pertumbuhan Lambat

Pertumbuhan populasi mikroba diperlambat karena zat nutrisi sudah sangat berkurang dan terdapat hasil metabolisme yang kemungkinan beracun atau dapat menghambat pertumbuhan mikroba. Pada fase ini jumlah populasi masih naik karena jumlah sel yang tumbuh masih lebih banyak daripada yang mati.

e. Fase Pertumbuhan Tetap

Pada fase ini jumlah sel yang tumbuh sama dengan jumlah sel yang mati. Ukuran sel pada fase ini menjadi lebih kecil karena sel tetap membelah meskipun zat-zat nutrisi sudah habis. Karena kekurangan nutrisi, sel mempunyai komposisi berbeda dengan sel yang tumbuh pada fase logaritmik.

f. Fase Menuju Kematian dan Fase Kematian

Sebagian besar populasi mikroba mulai mengalami kematian karena nutrisi di dalam medium sudah habis, adanya zat racun dan habisnya energi cadangan di dalam sel. Kecepatan kematian tergantung dari kondisi nutrisi, lingkungan dan jenis mikroba.

2.4. *Aspergillus Niger*

Aspergillus Niger merupakan salah satu jenis mikroorganisme yang tergolong jamur eukariotik pada kelas *Ascomycetes*. Secara mikroskopis, *Aspergillus* dicirikan sebagai hifa bersekat dan bercabang, konidiofor timbul dari sel kaki (miselium yang membengkak) mengandung sterigma dan membentuk konidia yang membentuk rantai hijau, coklat atau hitam. Jamur *Aspergillus niger* tumbuh sebagai koloni berserat, halus, cembung dan koloni berwarna hujau abu-abu, hijau coklat, hitam dan putih. Warna spora dapat dipengaruhi oleh warna koloni (Pujiati, 2018).

Kingdom : Myceteae

Divisi : Mycota

Kelas : Deuteromycetes

Ordo : Moniliales

Famili : Moniliaceae

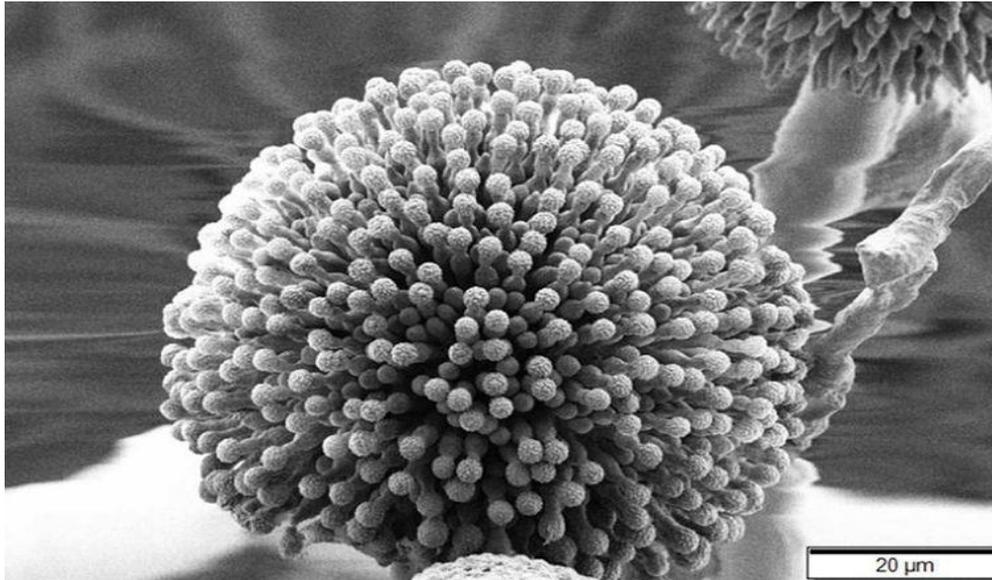
Genus : *Aspergillus*

Spesies : *Aspergillus niger Van Tieghem* (Wuryanti, 2018).

Spesies dari *Aspergillus niger* dapat ditemukan di udara bebas dan hampir tumbuh pada semua substrat. Beberapa jenis spesies ini termasuk ke dalam jamur patogen, misalnya yang disebabkan *Aspergillus niger*. *Aspergillus niger* dapat menghasilkan mikotoksin yang disebut aflatoksin. Mikotoksin dalam makanan diidentifikasi sebagai zat racun yang diproduksi oleh jamur dan stabil terhadap suhu panas.

Aspergillus dapat menyebabkan penyakit *Aspergillosis*, utamanya *Aspergillus flavus* dan *fumigatus*, yang mengakibatkan radang bronkus, telinga dan lendir mata, kulit, subkutan pada tulang, paru-paru dan meningen, namun biasanya kondisi penyakit tersebut berdampak langsung terhadap individu yang memiliki penyakit bawaan dan memiliki imunitas tubuh rendah (Hasanah, 2017).

Aspergillus Niger merupakan salah satu mikroorganisme yang tergolong jamur eukariotik pada kelas *Ascomycetes*. Secara mikroskopis, *Aspergillus* dicirikan sebagai hifa bersekat dan bercabang, konidiofor timbul dari sel kaki (miselium yang membengkak) mengandung sterigma dan membentuk konidia.



Gambar 4. *Aspergillus niger*
Sumber : Irma, 2018

Aspergillus niger adalah kapang yang dapat tumbuh dalam kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan bagi kebanyakan mikroorganisme lain, yaitu meliputi adanya asam dan konsentrasi gula yang tinggi (Supartini dan Fitasari, 2017).

Aspergillus niger mempunyai banyak manfaat seperti memiliki kemampuan untuk memproduksi asam sitrat (Irma, 2018). Asam sitrat yang diproduksi kapang *Aspergillus niger* berfungsi untuk fermentasi. Selain itu, *Aspergillus niger* juga menghasilkan beberapa enzim ekstraseluler diantaranya amilase, glukoamilase, selulase, hemiselulase, pektinase, glukosidase yang berperan sebagai pemecah karbohidrat, dan protease sebagai pemecah protein.

Pertumbuhan *Aspergillus niger* sangat bergantung pada ketersediaan nutrisi yang ada dalam substrat. Secara umum, nutrisi yang diperlukan dalam bentuk karbon, nitrogen, sulfur, kalium, magnesium, natrium, kalium, nutrisi mikro (besi, mangan, seng, kobalt) dan vitamin (Irma, 2018). *Aspergillus niger* memerlukan karbohidrat yang cukup untuk pertumbuhannya, dimana molekul-molekul sederhana seperti gula yang terlarut dapat diserap langsung oleh hifa, sedangkan polimer-polimer seperti pati atau selulosa harus dipecah terlebih dahulu oleh enzim-enzim ekstraseluler yang dihasilkan *Aspergillus niger* menjadi molekul yang lebih sederhana sebelum diserap ke dalam sel (Probawati, Sutrisno dan Sumarsih, 2016).

Trichoderma reesei dan *Aspergillus niger* secara kultur tunggal sering digunakan dalam pengolahan pakan karena kemampuannya dalam degradasi selulosa maupun pati menjadi protein (Hidayat dkk, 2018). *Aspergillus niger* merupakan protein sel tunggal (kapang) yang mengandung protein tinggi, sehingga penambahan jumlah starter *Aspergillus niger* akan menyebabkan peningkatan kadar protein kasar (PK). Fermentasi limbah soun menggunakan jamur *Aspergillus niger* dengan level 1%, 2% dan 3% mengalami peningkatan protein kasar (PK) dari 3,05% menjadi 3,65%, 2,10% dan 5,50% (Alegre *et all.*, 2019).

Selain menaikkan kadar protein kasar (PK), *Aspergillus niger* juga dapat menaikkan kadar lemak kasar (LK) dan kadar abu serta dapat menurunkan bahan kering (BK) dan serat kasar (SK) (Supriyatna, 2017). Fermentasi pada bungkil kelapa menggunakan kapang *Aspergillus niger* dapat meningkatkan kadar protein kasar (PK) dari 22,41% menjadi 35,27% dan menurunkan kandungan serat kasar (SK) dari 15,15% menjadi 10,24%. Menurut Astuti, dkk. (2016), proses fermentasi dengan menggunakan *Aspergillus niger* dapat meningkatkan kandungan nutrien dari dari tepung kulit buah naga antara lain kadar protein dari 8,76% menjadi 10,71%, energi 2887 Kkal/kg menjadi 2975 Kkal/kg dan menurunkan serat kasar (SK) 25,09% menjadi 21,78%. Selain itu, dalam penelitian yang dilakukan Mairizal (2019), proses fermentasi bungkil biji kapuk menggunakan *Aspergillus niger* juga mampu menurunkan kandungan serat kasar (SK) dari 25,67% menjadi 18,23%.

2.5. Urea

Urea adalah suatu senyawa organik yang terdiri dari unsur karbon, hidrogen, oksigen dan nitrogen dengan rumus molekul $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ (Yanuartono dkk., 2017). Urea juga merupakan salah satu sumber NPN yang mudah didapat dan relatif murah harganya. Secara fisik urea berbentuk butiran curah dan berwarna merah muda. Sebagian besar urea yang diproduksi umumnya digunakan pada bidang pertanian sebagai pupuk kimia. Namun, pada perkembangannya urea juga digunakan pada bidang peternakan sebagai bahan pakan tambahan. Urea dapat digunakan sebagai bahan pakan untuk ternak ruminansia, namun dapat pula

menjadi zat toksik bagi ternak ruminansia apabila pemberiannya tidak diperhatikan batas penggunaan dan tanpa dicampur dengan bahan pakan sumber energi. Sapi perah laktasi dapat diberi urea kurang lebih sebanyak 1% dari total BK ransum (Kristiyani dkk., 2019).

Urea berfungsi sebagai sumber nitrogen (N) selama fermentasi, selain itu urea juga berfungsi sebagai substrat mikroorganisme, karena selama proses fermentasi kandungan gizi dalam urea dimanfaatkan mikroorganisme untuk sintesis protein tubuhnya (Suryani dkk., 2017). Urea mengandung N sebesar 45%. 100 g urea sebanding dengan 45 g N. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Supriyatna (2017), setelah mengalami fermentasi menggunakan *Aspergillus niger* sebagai inokulum campuran urea dan amonium sulfat sebagai sumber nitrogen anorganik kadar protein ongkok mengalami peningkatan dari 2,2% menjadi 18,4%.

Urea dapat digunakan dengan baik oleh ternak ruminansia dalam ransum yang rendah kandungan protein dan tinggi energinya, sebaliknya akan buruk pengaruhnya dalam ransum yang tinggi protein dan rendah energinya. Pengolahan bahan pakan dengan penambahan urea merupakan proses pengolahan yang umum dilakukan terhadap bahan pakan berserat tinggi, seperti jerami padi dan jerami jagung. Urea sering digunakan untuk meningkatkan pencernaan pakan berserat melalui proses amoniasi. Amoniasi dengan menggunakan urea sebagai sumber amonia merupakan salah satu cara yang memberikan harapan baik untuk meningkatkan nutrisi pakan seperti, dapat meningkatkan kandungan bahan kering (BK) dan nitrogen akibat naiknya pencernaan bahan kering (BK) yang semula 28,94% menjadi 41,37%, 49,92% dan 41,73% (Puastuti, 2020). Perlakuan amoniasi dengan urea juga terbukti mempunyai pengaruh yang baik terhadap pakan.

Ransum berbasis jerami padi amoniasi menghasilkan pencernaan yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanpa amoniasi seperti pada sapi yang diberi jerami padi yang nilai pencernaan bahan kering (BK) nya semula 50,4% menjadi 63,7%, sedangkan pada kerbau yang nilai kecernaannya semula 54,4% menjadi 63,1% (Puastuti, 2020). Pemberian urea dalam pembuatan Urea Molasses Blok (UMB) juga memberikan pengaruh terhadap penambahan bobot badan ternak. Menurut

penelitian yang dilakukan Nusantara (2022), menunjukkan bahwa penambahan UMB berpengaruh terhadap pertambahan bobot badan domba yang semula 7,14 g/ekor/hari menjadi 25,66 g/ekor/hari, 30,44 g/ekor/hari dan 30,58 g/ekor/hari. Dalam UMB terdapat nitrogen dari urea yang dapat meningkatkan aktivitas mikroba dalam rumen, dan molasses yang merupakan sumber energi yang baik untuk aktivitas mikroba rumen sehingga dapat meningkatkan konsumsi pakan dan kecernaannya yang pada akhirnya dapat mempengaruhi 19 terhadap pertumbuhan terutama peningkatan bobot badan pada domba.

2.6. Protein Kasar

Pengertian protein kasar adalah semua bahan organik yang mengandung nitrogen. Diketahui bahwa dalam protein rata-rata mengandung 16% nitrogen (kisaran 13-19%). Fungsi protein antara lain sebagai zat pembangun yang membentuk jaringan baru untuk pertumbuhan, mengganti jaringan yang rusak maupun reproduksi, berperan dalam pembentukan enzim dan hormon dan menjaga dan mengatur proses metabolisme dalam tubuh. Onggok bukan menjadi pakan sumber protein karena kandungan protein kurang dari 2%. Pakan yang merupakan sumber protein meliputi tepung darah, bungkil 12 kelapa, tepung ikan, dan kacang kedele (Semaun dkk., 2016)

Kapang pada saat fermentasi menggunakan nitrogen sebagai bahan untuk pertumbuhannya dan membentuk komponen sel tubuh, sehingga semakin banyak jumlah miselium yang tumbuh maka semakin banyak nitrogen yang terdapat dalam tubuh kapang. Peningkatan kandungan protein kasar sejalan dengan peningkatan pertumbuhan kapang, karena pada tubuh kapang terdiri dari elemen yang mengandung nitrogen. Dinding sel kapang mengandung 6,3% protein sedangkan pada hifa mengandung 25-45% protein (Nusantara dkk., 2022). Pada penelitian ini menggunakan urea sebagai bahan tambahan dalam proses pembuatan pakan fermentasi. Menurut Semaun dkk. (2016) peningkatan kandungan protein kasar disebabkan oleh urea yang berfungsi sebagai sumber nitrogen (N) dalam proses fermentasi. Penambahan urea diketahui mampu meningkatkan kandungan protein kasar secara optimal, karena urea mengandung 45% nitrogen.

Penelitian yang dilakukan oleh Winantu, Nanda Putra (2018), fermentasi ampas kelapa menggunakan penambahan urea sebanyak 20 gram yang difermentasi selama 4 hari dapat meningkatkan kandungan protein kasar sebesar 15,85%. Metode yang sering digunakan dalam analisis protein adalah metode Kjeldahl yang melalui proses destruksi, destilasi, dan titrasi. Dalam metode ini yang dianalisis adalah unsur nitrogen bahan, sehingga hasilnya harus dikalikan dengan faktor protein untuk memperoleh nilai protein kasarnya (Suryani dkk, 2017). Suryani dkk (2017), mengatakan bahwa protein kasar adalah nilai hasil bagi dari total nitrogen amonia dengan faktor 16% (16/100) atau hasil kali dari total nitrogen amonia dengan faktor 6,25 (100/16).

III. METODE PENELITIAN

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan September 2023–Oktober 2023 di Laboratorium Mikrobiologi Hasil Pertenanian di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Unila dan Laboratorium Nutrisi dan Makanan Ternak di Jurusan Peternakan Fakultas Pertanian Unila.

3.2. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian pakan ternak dari onggok singkong ini ialah onggok singkong, *Aspergillus niger*, dan urea.

Alat yang digunakan adalah, Filter crucible, timbangan analitik, kompor Goldfish, kertas minyak, tanur, oven 100° C, eksikator, beaker glas, Ruang asam, alat destilat, plastic klip, cawan porselein, dan Labu Kjedahl.

3.3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan bahan dasar diantaranya yaitu limbah onggok singkong yang dihaluskan. Jenis penelitian yang dilakukan adalah eksperimental dengan dua faktor perlakuan yaitu berbagai konsentrasi bioaktivator berupa *Aspergillus Niger* dan lama fermentasi. Terdapat 2 faktor konsentrasi yang digunakan diantaranya yaitu faktor pertama 4 taraf perlakuan meliputi, 2% (A1), 4% (A2), dan 6 % (A3), dan faktor kedua dengan 2 taraf perlakuan meliputi 4 Hari (L1) dan 7 hari (L2).

Kombinasi perlakuan yang didapat sebagai berikut :

A1L1 : Fermentasi menggunakan 2% *A. niger* dengan lama waktu 4 hari.

A1L2 : Fermentasi menggunakan 2% *A. niger* dengan lama waktu 7 hari.

A2L1 : Fermentasi menggunakan 4% *A. niger* dengan lama waktu 4 hari.

A2L2 : Fermentasi menggunakan 4% *A. niger* dengan lama waktu 7 hari.

A3L1 : Fermentasi menggunakan 6% *A. niger* dengan lama waktu 4 hari.

A3L2 : Fermentasi menggunakan 6% *A. niger* dengan lama waktu 7 hari.

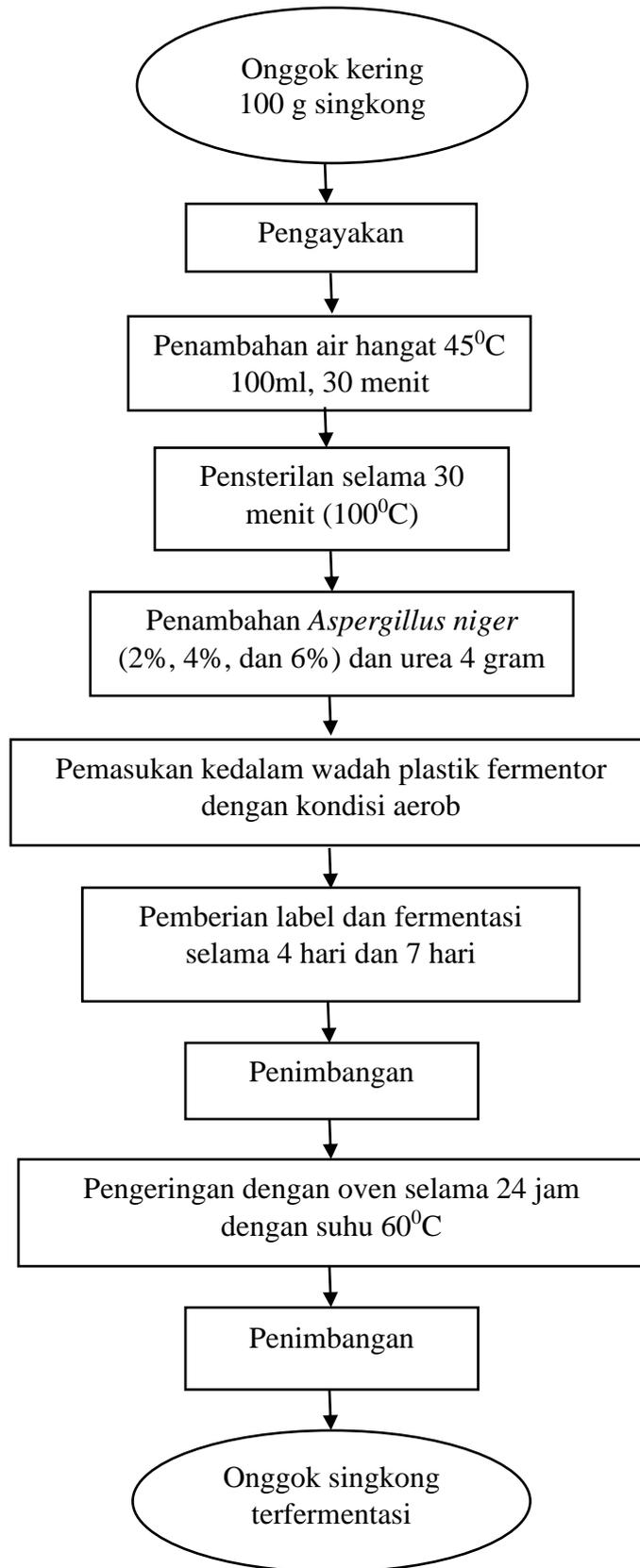
Setiap perlakuan dibuat dengan menggunakan bahan baku onggok singkong sejumlah 100 g dengan 3 ulangan sehingga berjumlah 18 sampel. Analisis data dilakukan dengan menggunakan analisis statistik anova dua arah (*Two Way Anova*) dengan membandingkan hasil fermentasi pada setiap perlakuan terhadap kandungan gizi pakan ternak limbah onggok singkong protein tinggi. Analisis dilanjutkan dengan uji beda *Duncan*, kemudian dihasilkan produk pakan ternak terbaik yang akan menjadi rekomendasi untuk dilakukannya suatu usaha mikro/makro yang dapat dijalankan.

3.4. Pelaksanaan Penelitian

3.4.1. Fermentasi Onggok Singkong

Fermentasi onggok singkong melalui beberapa tahap, tahap pertama onggok singkong diayak agar onggok tidak menggumpal yang akan menghambat proses fermentasi. Onggok kemudian ditimbang sebanyak 100 g tiap sampel. Tahap selanjutnya adalah penambahan air hangat (45⁰C) sebanyak 100 ml selama 30 menit lalu ditiriskan. Onggok kemudian disterilisasi selama 30 menit dengan suhu 100⁰C, lalu didinginkan selama 45 menit. Ditambahkan *Aspergillus niger* sesuai perlakuan 2%, 4% dan 6% dan ditambahkan urea sebanyak 4 g.

Dimasukan kedalam wadah plastik fermentor ukuran 11x17 cm. Difermentasi berdasarkan jangka waktu yang ditentukan oleh perlakuan masing-masing. ermentasi diberhentikan dengan mengoven sampel selama 24 jam dengan suhu 60⁰C. Diagram alir proses fermentasi dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Proses fermentasi
Sumber : Putri (2018)

3.4.2. Kadar Protein

Pengujian kadar protein dilakukan dengan metode mikro kjeldahl (Watson *et al.*, 2017). Prinsip analisis yang dilakukan ini meliputi destruksi, destilasi, dan titrasi. Prosedur pengujian kadar protein yaitu sampel onggok yang sudah dihancurkan diambil sebanyak 0,5-1 g dan dimasukkan ke dalam labu kjeldahl 100 ml. Selanjutnya sampel tersebut ditambahkan 1 g K₂S atau Na₂SO₄ anhidrat, 10-15 ml H₂SO₄, 0,1–0,3 g CuSO₄ dan kemudian dilakukan destruksi di atas pemanas listrik dalam lemari asam. Proses destruksi diakhiri setelah cairan menjadi jernih. Kemudian campuran dibiarkan dingin lalu ditambahkan aquades sebanyak 100 ml serta NaOH 45% sampai campuran bersifat basa. Sampel segera didestilasi sampai ammonia menguap semua. Kemudian hasil destilasi ditampung pada labu erlenmeyer yang berisi 25 ml HCl 0,1 N yang sudah diberi indikator PP 1% beberapa tetes. Destilasi diakhiri setelah hasil destilasi tertampung sebanyak 150 ml atau setelah hasil destilasi yang keluar tidak bersifat basa. Destilat yang diperoleh dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 N. Kadar protein yang terkandung pada sampel dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Putri, 2018).

$$\text{Kadar Protein} = \frac{(VA - VB) \text{NaOH} \times N \text{NaOH} \times 14,008 \times 6,25}{W} \times 100\%$$

Keterangan:

VA : mL NaOH untuk titrasi sampel

VB : mL NaOH untuk titrasi blanko

N : normalitas NaOH standar yang digunakan 14,008

6,25 : faktor konversi

W : berat sampel (mg).

3.4.3. Analisis Nilai Tambah

Analisis nilai tambah adalah nilai keuntungan pengolahan suatu produk. Analisis nilai tambah yang diperoleh dari produk olahan onggok singkong yang difermentasi sebagai alternatif pakan ditentukan menggunakan metode Hayami. yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Prosedur perhitungan analisis nilai tambah Metode Hayami

Variabel	Nilai
I. Output, Input, Dan Harga	
1. Output (Kg)	(1)
2. Input Bahan Baku (Kg)	(2)
3. Tenaga Kerja (HOK)	(3)
4. Faktor Konversi	(4)= (1)/ (2)
5. Koefisien Tenaga Kerja (HOK)	(5)= (3)/ (2)
6. Harga Output	(6)
7. Upah Tenaga Kerja Langsung (Rp/HOK)	(7)
II. Penerimaan Dan Keuntungan	
8. Harga Bahan Baku (Rp/Kg)	(8)
9. Sumbangan Input Lain (Rp/Kg)	(9)
10. Nilai Output (Rp/Kg)	(10)= (4) x (6)
11. a. Nilai Tambah (Rp/Kg)	(11a)= (10) - (9) - (8)
b. Rasio Nilai Tambah (%)	(11b)= (11a)/ (10) x 100%
12. a. Pendapatan Tenaga Kerja Langsung (Rp/Kg)	(12a)= (5) x (7)
b. Pangsa Tenaga Kerja (%)	(12b)= (12a) x (7)
13. a. Keuntungan (Rp/Kg)	(13a)= (11a) - (12a)
b. Tingkat Keuntungan (%)	(13b)= (13a)/ (11a)
III. Balas Jasa Pemilik Faktor-Faktor Produksi	
14. Marjin (Rp/Kg)	(14)= (10) - (8)
a. Pendapatan Tenaga Kerja Langsung (%)	(14a)= (12a)/ (14) x 100%
b. Sumbangan Input Lain (%)	(14b)= (9)/ (14) x 100%
c. Keuntungan Pemilik Perusahaan (%)	(14c)= (13a)/ (14) x 100%

Sumber : (Hayami, 1897)

Analisis nilai tambah Metode Hayami menghasilkan beberapa informasi berupa:

- a. Nilai tambah (Rp) adalah selisih antara nilai output produk fermentasi onggok singkong fermentasi dengan bahan baku utama onggok singkong dan sumbangan input lain.
- b. Rasio nilai tambah (%) menunjukkan nilai tambah dari nilai produk.

- c. Pendapatan tenaga kerja langsung (Rp) menunjukkan upah yang diterima tenaga kerja langsung untuk mengolah satu satuan bahan baku.
- d. Pangsa tenaga kerja langsung (%) menunjukkan presentase pendapatan tenaga kerja langsung dari nilai tambah yang diperoleh.
- e. Keuntungan (Rp) menunjukkan bagian yang diterima perusahaan.
- f. Tingkat keuntungan (%) menunjukkan presentase keuntungan dari nilai produk.
- g. Marjin (Rp) menunjukkan besarnya kontribusi pemilik faktor-faktor produksi selain bahan baku yang digunakan dalam proses produksi.
- h. Presentase pendapatan tenaga kerja langsung terhadap marjin (%).
- i. Presentase sumbangan input lain terhadap marjin (%).
Presentase keuntungan perusahaan terhadap marjin.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian kajian pemanfaatan *Aspergillus niger* sebagai starter fermentasi dalam upaya meningkatkan kandungan protein pada onggok singkong sebagai berikut :

1. Konsentrasi penggunaan *Aspergillus niger* sangat mempengaruhi peningkatan kandungan protein karena dengan kadar konsentrasi *Aspergillus niger* 6% dapat mencapai kadar protein 20,39%.
2. Lama waktu yang paling optimal untuk meningkatkan kadar protein terbukti lebih dari 7 hari dengan kadar protein mencapai 15,06%.
3. Interaksi antara *Aspergillus niger* dengan lama fermentasi meningkatkan kadar protein yang paling tinggi terdapat pada penambahan *Aspergillus niger* 6% dan lama fermentasi 7 hari pada sampel A3L2 yaitu dengan rata-rata kadar protein 21,94%.
4. Peningkatan nilai tambah yang diperoleh adalah Rp.5020/kg dengan rasio nilai tambah 41,8%.

5.2. Saran

Setelah mengetahui kadar protein kasar pada onggok fermentasi diperlukan analisis nutrisi lebih lanjut untuk menunjang keberhasilan pakan alternatif. Mengetahui kandungan nutrisi sangat diperlukan agar memperoleh pakan ternak yang layak dan sesuai SNI. Perlu juga adanya uji kelayakan pakan terhadap pertumbuhan hewan ternak untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Afebrata, D.R., Santoso L., dan Suparmono. 2014. Substitusi tepung onggok singkong sebagai bahan baku pakan pada budidaya nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*. 2 (2): 234-240.
- Akhadiarto, S. 2017. Pengaruh pemanfaatan limbah kulit singkong dalam pembuatan pellet ransum unggas. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 11 (1): 127-138.
- Alegre, A.C.P., Polizeli, M., Terenzi, H.F., Jorge, J.A., and Guimaraes, L.H.S. 2019. Production of thermostable invertases by *Aspergillus caespitosus* under submerged or solid state fermentation using agroindustrial residues as carbon source. *Brazilian Journal of Microbiolog.* 40 (3): 612-622.
- Angga, W.A., Rizal, Y., Mahata, M.E., Yuniza, A., dan Mayerni, R. 2020. Pengaruh kombinasi substrat dan lama waktu inkubasi berbeda fermentasi menggunakan *aspergillus ficuum* terhadap aktivitas enzim dan perubahan kandungan nutrisi. *Jurnal Peternakan*. 17 (2): 72-80.
- Astuti, I., Mastika, I.M., dan Dewi, G.A.M.K. 2016. Performan broiler yang diberi ransum mengandung tepung kulit buah naga tanpa dan dengan *Aspergillus niger* terfermentasi. *Jurnal Majalah Ilmiah Peternakan*. 2 (19): 65-70.
- Badan Pusat Statistik. 2022. Pertanian, Peternakan, dan Perikanan. *Kota Bandar Lampung Dalam Angka*. 1 (5): 150-159.
- Budiman, R., Rijai, L., dan Samsul, E. 2021. Analisis perubahan kadar sianida dan aktivitas sitotoksik pada umbi singkong segar yang diolah menjadi tape analysis. *Proceeding Of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*. 154-158.
- Daniel, Y.D., dan Fawwarahli. 2023. Pengaruh lama fermentasi menggunakan *aspergillus niger* dan urea terhadap kadar nutrisi ampas sagu (*Metroxylon sp*). *Jurnal Peternakan Lokal*. 5(1):54-59.

- Erviana, Y., Supriyanto, A., Suciwati, S. W., dan Pauzi, G.A. 2020. Analisis karakteristik elektrik onggok singkong fermentasi yang diawetkan sebagai pasta bio baterai. *Journal of Energy Material, and Instrumentation Technology*. 1 (1): 27–32.
- Farida, Y., Sasongko. H., dan Sugiyarto. 2018. Pemanfaatan tanaman lokal sebagai pakan ternak fermentasi dan suplemen pakan di Desa Sendang, Kabupaten Wonogiri. *Jurnal Imiah Pengabdian Kepada Masyarakat UNS*. 4 (1): 61-67.
- Fauzi, M., Kardhinata, E.H., dan Putri, L.A.P. 2017. Identifikasi dan inventarisasi genotipe tanaman ubi kayu (*Manihot esculenta Crantz*) di Kabupaten Serdang Bedagai Sumatera Utara. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 3 (3): 1082-1088.
- Hasanah, U. 2017. Potensi fungi endofit *Fusarium sp.* dan *Mucor sp.* sebagai agen antagonis terhadap fungi patogen penyebab busuk batang tanaman buah naga *Hylocereus costaricensis*. (Skripsi). Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang. 97 hlm.
- Hidayat, B., Muslihudin, M. dan Akmal, S. 2018. Perubahan karakteristik fisikokimia tepung onggok selama proses fermentasi semi padat menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 18 (3): 146–152.
- Ilham, F., Sayuti, M., dan Nugroho, T.A.E. 2018. Peningkatan kualitas jerami padi sebagai pakan sapi potong melalui amoniasi menggunakan urea di Desa Timbuolo Tengah Provinsi Gorontalo. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 24 (2): 717-722.
- Irma. 2015. Optimasi media pertumbuhan *Aspergillus niger* dengan menggunakan tepung singkong. (Skripsi). Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Alauddin. Makasar. 112 hlm.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 2022. Produktivitas ubi kayu menurut provinsi tahun 2019-2022. *Sensus Pertanian*. 1 (1): 1-7.
- Kiramang, K. 2019. Potensi dan pemanfaatan onggok dalam ransum unggas. *Jurnal Tekno Sains*. 2 (5): 155-163.
- Kristiyani, E.D.W., Harjanti dan Santoso S.A.B. 2019. Pengaruh berbagai kandungan urea dalam pakan terhadap fungsi hati kambing peranakan etawa laktasi. *Animal Agriculture Journal*. 3 (1): 95-105.
- Kurniawan, A dan Lestiardi, R.A. 2020. Induksi mesin pelet ikan untuk meningkatkan kegiatan pakan komunitas pembudidaya lele di kabupaten Mojokerto. *Journal of Innovation and Applied Technology*. 3(1):433-438.

- Maharani, S. N., Khumaida, M., Syukur dan Ardie, S.W. 2017. Radiosensitivitas dan keragaman ubi kayu *Manihot esculenta Crantz* hasil iradiasi sinar gamma. *Jurnal Agroindustri*. 43 (2): 111-117.
- Mairizal. 2019. Pengaruh pemberian kulit ari biji kedelai hasil fermentasi dengan *Aspergillus niger* sebagai pengganti jagung dan bungkil kedelai dalam ransum terhadap retensi bahan kering, bahan organik dan serat kasar pada ayam pedaging. *Jurnal Ilmiah Ilmu-ilmu Peternakan*. 1 (12): 35-40.
- Masyitah dan Abubakar, A. 2023. Peningkatan nilai tambah onggok singkong dan dedak padi sebagai substrat pada produksi asam sitrat. *Food Scientia Journal of Food Science and Technology*. 3(2):146-160.
- Merdekawani, S. dan Kasmiran, A. 2017. Fermentasi limbah kulit buah kakao *Theobroma cacao L.* dengan *Aspergillus niger* terhadap kandungan bahan kering dan abu. *Jurnal Lentera*. 2 (13):37-42.
- Mulia, D.S., Yulyanti, E., Maryanto, H., dan Purbomartono, C. 2019. Peningkatan kualitas ampas tahu sebagai bahan baku pakan ikan dengan fermentasi *Rhizopus oligosporus*. *Sainteks*. 7 (1): 10-20.
- Muniroh, A. 2023. Penggunaan Ragi Tempe pada Fermentasi Padat Terhadap Kandungan Asam Fitat dan Asam Amino Esensial Bahan Pakan Ikan. (Skripsi). Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta. Jakarta. 61 hlm.
- Nabilah, S. 2020. Analisis finansial usahatani kedelai dan nilai tambah tahu di Kabupaten Lombok Tengah. *SEPA*. 12 (1): 11-18.
- Nugroho, B.S. 2018. Kajian limbah padat pengolahan tepung tapioka (onggok) sebagai bahan apung pada komposisi pakan ikan lele (pelet). *Jurnal Agronomika*. 1 (11): 1-9.
- Nurul, A.A., Setyowati, D.N, dan Astriana, B.H. 2021. Potensi pemanfaatan daun singkong *Manihot Utilissima* terfermentasi sebagai bahan pakan untuk meningkatkan pertumbuhan ikan mas *Cyprinus carpio*. *Jurnal Perikanan Unram*. 11 (1): 13–25.
- Nusantara, M.J., Sutrisna, R. Muhtarudin., dan Liman. 2022. Pengaruh campuran daun singkong onggok fermentasi menggunakan *Aspergillus niger* terhadap bahan kering, abu, bahan organik, serat kasar, dan protein kasar. *Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan*. 6 (4): 418-429.
- Probowati, R.C., Sutrisno, C.I., dan Sumarsih, S. 2016. Kadar VFA dan NH₃ secara in vitro pakan sapi potong berbasis limbah pertanian dan hasil samping pertanian difermentasi dengan *Aspergillus niger*. *Animal Agriculture Journal*. 2 (1): 258-265.

- Puastuti, W. 2020. Urea dalam Pakan dan Implikasinya dalam Fermentasi Rumen Kerbau. *Seminar dan Lokakarya Nasional Kerbau 2010*. 89-94.
- Putri, S.A. 2018. Pengaruh fermentasi onggok menggunakan *Aspergillus Niger* terhadap kualitas fisik, ph, kandungan bahan kering dan bahan organik. (Skripsi). Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya. Malang. 89 hlm.
- Ridla. 2017. *Pengenalan Bahan Makanan Ternak*. IPB-Press. Bogor. 108 hlm.
- Semaun, R., Novita, I.D., dan Abdullah, M. 2016. Analisis kandungan protein dan serat kasar tongkol jagung sebagai pakan ternak alternatif dengan lama fermentasi yang berbeda. *Jurnal Galung Tropika*. 5 (2): 71-79.
- Supartini, N dan E. Fitasari. 2017. Penggunaan bekatul fermentasi *Aspergillus niger* dalam pakan terhadap karakteristik organ dalam ayam pedaging. *Jurnal Buana Sains*. 2 (11): 127-136.
- Supriyatna, A. 2017. Peningkatan nutrisi jerami padi melalui fermentasi dengan menggunakan konsorsium jamur *Phanerochaete Chrysosporium* dan *Aspergillus niger*. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*. 2(10):166-181.
- Suryani, Y., Hernaman, I., dan Ningsih. 2017. Pengaruh penambahan urea dan sulfur pada limbah bioetanol yang difermentasi EM-4 terhadap kandungan 64 protein dan serat kasar. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*. 1(5):13-17.
- Sutikno, Mamiza, Selvina, dan Musita, N. 2018. Pengaruh konsentrasi enzim selulase, α -amilase dan glukoamilase terhadap kadar gula reduksi dari onggok. *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian*. 1(21):1-12.
- Watson, V.H., Foglesong, R.H., and Robinson, E.H. 2017. *Catfish Protein Nutrition*. Mississippi Agricultural and Forestry Experiment Station. Mississippi. 22 hlm.
- Winantu, N.P. 2018. Pengaruh fermentasi onggok menggunakan *Aspergillus niger* terhadap kandungan nutrisi dan HCN. (Skripsi). Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya Malang. Malang. 92 hlm.
- Wuryanti. 2018. Pengaruh penambahan biotin pada media pertumbuhan terhadap produksi sel *Aspergillus niger*. *Jurnal BIOMA*. 2 (10): 46-50.
- Yanuartono, A., Nururrozi, S., Indarjulianto, Purnamaningsih, H., dan Rahardjo, S. 2017. Urea : Manfaat pada Ruminansia. *Jurnal Ilmu-ilmu Peternakan*. 28 (1): 10-34.