

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia mempunyai beragam plasma nutfah ternak yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai penguatan ekonomi masyarakat diantaranya ternak unggas. Itik merupakan salah satu ternak unggas lokal yang saat ini berkembang sebagai usaha ekonomi dan juga berperan sebagai sumber pangan hewani penghasil daging dan telur.

Itik Kamang merupakan salah satu ternak lokal Sumatera Barat. Itik Kamang jantan sebagai penghasil daging mempunyai keunggulan dibandingkan itik lokal Sumatera Barat lainnya, diantaranya pertumbuhan dan kualitas daging yang lebih baik. Suhaemi *et al* (2019) menyatakan bahwa daging itik Kamang mengandung kolesterol jahat (LDL) 6 mg/100g dan kolesterol baik (HDL) 18 mg/100g, sedangkan daging itik Pitalah mengandung LDL 8 mg/100g dan HDL 7 mg/100g. Selain itu bobot badan itik Kamang lebih tinggi dari itik Bayang pada umur yang sama. Itik Kamang berpotensi untuk dikembangkan sebagai penghasil daging dengan sistem pemeliharaan yang intensif untuk peningkatan produktivitasnya. Pada pemeliharaan yang intensif peternak dihadapkan pada masalah mahalanya harga pakan, oleh karena itu penggunaan bahan pakan inkonvensional berupa limbah menjadi salah satu alternatif untuk menekan biaya pakan. Pakan dengan harga lebih murah menjadi kunci keberhasilan usaha peternakan itik Kamang.

Salah satu limbah yang berpotensi untuk dijadikan bahan pakan inkonvensional adalah limbah ubi kayu berupa kulit dan daun. Kulit ubi kayu mengandung energi metabolis 1350 Kkal/kg, sedangkan daun ubi kayu mengandung protein kasar yang tinggi yaitu 25,46% (Morgan *et al*, 2016) dengan kandungan beta karoten yang mencapai 816 µg/g (Sumiati *et al*, 2020). Sumatera Barat mempunyai berbagai produk pangan berbahan baku ubi kayu yang menjadi kearifan lokal, dan dari usaha itu dihasilkan banyak limbah ubi kayu. Bahan baku pada usaha tersebut

tidak hanya berasal dari produksi ubi kayu di Sumatera Barat, akan tetapi juga didatangkan dari daerah lain. Berdasarkan data statistik (2021) produksi ubi kayu di Sumatera Barat adalah 154.728,76 ton dengan luas panen 3.626,30 ha. Menurut Umami (2019) kulit ubi kayu mencapai 15% dari produksi ubi kayu, sedangkan daun ubi kayu mencapai 10 ton per hektar (Morgan *et al*, 2016).

Limbah ubi kayu berpotensi dijadikan bahan pakan itik Kamang pada sistem pemeliharaan yang intensif (Husmaini *et al*, 2014), akan tetapi belum dapat digunakan secara optimal karena adanya faktor pembatasnya. Faktor pembatas penggunaan bahan pakan limbah ubi kayu adalah terdapatnya antinutrisi berupa sianida (HCN), kandungan sianida pada daun ubi kayu 200-300 ppm (Anjani *et al*, 2021) dan pada kulit ubi kayu mengandung HCN 250 ppm (Srisaikhram *et al*, 2018). Selain mengandung HCN yang tinggi, limbah ubi kayu juga mengandung serat kasar yang tinggi yaitu 16,25% pada kulit dan 20% pada daun serta rendahnya kandungan protein kasar pada kulit ubi kayu yaitu 4,33% (Enoch *et al*, 2022).

Berbagai metode konvensional seperti penjemuran, pemanasan dan perebusan telah dilakukan untuk menurunkan kandungan sianida pada kulit dan daun ubi kayu, akan tetapi kurang efektif dan juga menyebabkan hilangnya protein dan nutrisi pada daun ubi kayu. Pada metode konvensional kerusakan sebagian sel daun dan kulit hanya melepaskan sebagian linamarase yang mengakibatkan hanya sebagian senyawa sianogenik yang terlepas dan sebagian lagi masih tetap berada pada kulit dan daun.

Metode fermentasi adalah metode yang tepat untuk mengolah limbah ubi kayu dalam menurunkan HCN dan serat kasar serta meningkatkan protein (Hawashi *et al*, 2019). Fermentasi dapat memperpanjang umur simpan, memperkaya rasa dan aroma serta meningkatkan bioavailabilitas produk (Marlida *et al*, 2023), pakan fermentasi yang berasal dari limbah dapat menjamin ketersediaan pakan yang berkualitas (Astuti, *et al*, 2013). Fermentasi limbah ubi kayu yang menggunakan berbagai jenis mikroba selulolitik dapat menurunkan serat kasar tapi tidak banyak menurunkan sianida (Olurontolo *et al*, 2018) dan fermentasi dengan bakteri sianolitik mampu

menurunkan kadar sianida akan tetapi tidak signifikan dalam menurunkan serat kasar (Sandi, 2010).

Efektifitas fermentasi sangat ditentukan oleh pemilihan jenis mikroba yang digunakan dan enzim yang dihasilkannya. Penggunaan mikroba yang berasal dari lingkungannya lebih efektif dalam proses fermentasi karena mikroba lebih mudah beradaptasi. Fermentasi limbah ubi kayu menggunakan bakteri selulolitik dan juga sianolitik yang diisolasi dari limbah ubi kayu dapat menurunkan serat kasar dan sianida serta meningkatkan protein limbah ubi kayu dengan baik. Bakteri ini akan lebih efektif dalam meningkatkan kualitas limbah ubi kayu sebagai pakan, hal ini karena selain menghasilkan enzim selulase, bakteri juga menghasilkan enzim β -glukosidase. Enzim selulase akan mendegradasi selulosa dengan memecah rantai polimer pada selulosa untuk melepaskan selubiosa dan glukosa (Datta, 2024), sedangkan enzim β -glukosidase akan mendegradasi HCN dengan menghidrolisis glikosida sianogenik pada limbah ubi kayu membentuk aseton sianohidrin yang melepaskan sianida, selanjutnya sianida akan diubah menjadi asam format (Sengupta *et al*, 2023). Penggunaan bakteri dalam proses fermentasi juga akan meningkatkan kandungan protein limbah ubi kayu, sesuai dengan pernyataan Renaldi *et al* (2023) bahwa bakteri merupakan sel tunggal yang akan menambah protein pakan selama proses fermentasi.

Pemanfaatan limbah ubi kayu fermentasi pada itik Kamang harus sesuai dengan kebutuhan nutrisi. Imbangan energi metabolis dan protein kasar (EM/P) pada penyusunan ransum itik Kamang harus diperhatikan karena akan berdampak pada pertumbuhan, ketidakseimbangan EM/P akan menyebabkan defisiensi protein pada itik (Sumiati *et al*, 2019). Unggas termasuk itik mengkonsumsi ransum untuk memenuhi kebutuhan energi, kelebihan asupan dapat terjadi akibat tidak seimbang energi dan protein (Yuniza, 2006) yang akan berdampak terhadap pertumbuhan dan produksi itik. Imbangan energi metabolis dan protein kasar pada itik Kamang jantan sebagai itik lokal Sumatera Barat belum ditemukan sehingga

perlu diteliti imbalan energi metabolis dan protein kasar yang tepat pada itik Kamang jantan.

Penggunaan limbah ubi kayu tanpa fermentasi dalam ransum unggas hanya bisa sampai 10% (Aroh *et al*, 2024), sedangkan limbah ubi kayu yang difermentasi dengan *Saccharomyces cerevisiae* sampai 21% tidak dapat meningkatkan produktivitas itik Kamang (Triani *et al*, 2014). Penggunaan limbah ubi kayu yang difermentasi menggunakan bakteri selulolitik dan sianolitik dapat lebih optimal sebagai pakan itik. Formulasi ransum menggunakan limbah ubi kayu fermentasi ini dalam ransum itik Kamang dengan imbalan energi dan protein yang tepat akan mendukung produktivitas itik Kamang. Hal ini diharapkan lebih ekonomis dan efektif dalam budidaya itik Kamang jantan. Formulasi ransum yang efektif dan ekonomis dapat mengoptimalkan potensi itik lokal sebagai salah satu plasma nutfah Sumatera Barat dalam pemberdayaan ekonomi masyarakat dan penyediaan pangan hewani.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana keanekaragaman bakteri yang diisolasi dari limbah ubi kayu dan kemampuannya dalam mendegradasi selulosa dan sianida ?
2. Bagaimana kemampuan bakteri selulolitik dan sianolitik, baik secara individual maupun campuran dalam meningkatkan kualitas limbah ubi kayu ?
3. Berapa imbalan energi metabolis dan protein (EM/P) pada itik Kamang jantan ?
4. Berapa taraf optimal penggunaan limbah ubi kayu fermentasi pada ransum itik Kamang jantan ?

1.3. Tujuan Penelitian :

1. Menemukan bakteri selulolitik dan sianolitik superior pendegradasi selulosa dan sianida .
2. Menemukan metode fermentasi yang tepat menggunakan bakteri selulolitik dan sianolitik dalam meningkatkan kualitas limbah ubi kayu
3. Menemukan imbalan energi dan protein yang tepat pada itik Kamang jantan.

4. Mengetahui taraf optimal penggunaan limbah ubi kayu fermentasi pada ransum itik Kamang jantan sebagai substitusi jagung.

1.4. Hipotesis

1. Bakteri yang diisolasi dari limbah ubi kayu dapat digunakan sebagai inokulum yang efektif pada fermentasi limbah ubi kayu.
2. Teknologi fermentasi menggunakan bakteri selulolitik dan sianolitik dapat meningkatkan kualitas limbah ubi kayu sebagai bahan pakan pada itik Kamang.
3. Imbangan energi metabolis (EM) dan protein pada itik Kamang jantan adalah 155,55 dengan EM 2800 Kkal/kg dan PK 18%.
4. Limbah ubi kayu fermentasi dapat digunakan sampai level 22,5% dalam ransum yang dapat menggantikan 45% jagung pada formulasi ransum itik Kamang jantan.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Menghasilkan inokulum fermentasi yang efektif untuk meningkatkan kualitas limbah ubi kayu sebagai bahan pakan.
2. Pemanfaatan limbah ubi kayu sebagai bahan pakan melalui teknologi fermentasi untuk menekan biaya pakan.
3. Pengembangan ternak lokal sebagai upaya pelestarian plasma nutfah Sumatera Barat.

1.6. Novelty (Kebaharuan) Penelitian

1. Ditemukan isolat pendegradasi serat kasar dan HCN yang efektif pada limbah ubi kayu.
2. Ditemukan metode fermentasi yang tepat dalam meningkatkan kualitas limbah ubi kayu
3. Ditemukan imbangan energi dan protein yang tepat pada itik Kamang jantan sebagai plasma nutfah Sumatera Barat.

4. Ditemukan formula ransum yang tepat berbasis limbah ubi kayu fermentasi pada itik Kamang jantan.

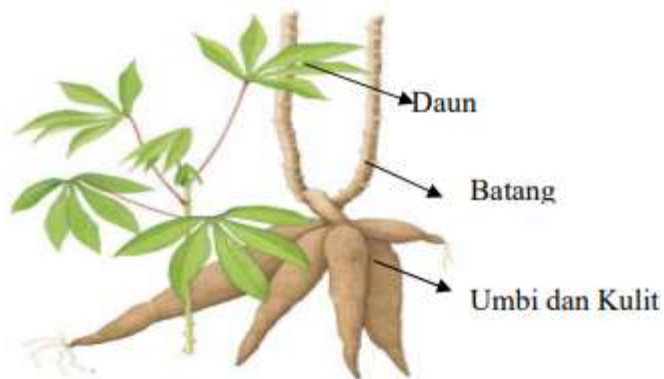


II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Potensi Limbah Ubi Kayu Sebagai Pakan Unggas

Produksi ubi kayu di Sumatera Barat adalah 154.728,76 ton dengan luas panen 3 626,30 ha (BPS, 2021). Menurut Umami (2019) kulit ubi kayu mencapai 15% dari produksi ubi kayu, sedangkan daun ubi kayu mencapai 10 ton per hektar (Morgan *et al*, 2016). Tanaman ubi kayu yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan adalah berupa daun dan kulit ubi kayu. Kulit ubi kayu dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak tetapi sangat rendah kandungan protein dan asam amino sehingga harus dikombinasikan dengan bahan pakan sumber protein, sedangkan daun dapat digunakan sebagai sumber protein dan karoten dalam ransum unggas (Ramli, 2017). Secara taksonomi tanaman ubi kayu diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Kelas	: <i>Dicotyledoneae</i>
Ordo	: <i>Euphorbiales</i>
Famili	: <i>Euphorbiaceae</i>
Genus	: <i>Manihot</i>
Species	: <i>Manihot utilissima Pohl; Manihot esculenta Crantz</i>



Gambar 1. Bagian-bagian Tanaman Ubi Kayu

Ubi kayu terdiri dari kulit yang jumlahnya adalah 15-20 % dari kulit ubi kayu berpotensi dijadikan pakan jika diolah dengan sistem bioteknologi (Hawashi *et al*, 2019). Kulit ubi kayu bagian dari umbi singkong yang berpotensi untuk dijadikan pakan ternak sebagai sumber energi, akan tetapi mempunyai beberapa keterbatasan yaitu mempunyai struktur karbohidrat yang tidak dapat dicerna (selulosa, hemiselulosa, pektin, dan lignin) dan antinutrien yang tinggi (hidrogen sianida, tanin, dan fitat) serta kandungan protein yang rendah (Ramli, 2017). Teknologi fermentasi telah direkomendasikan untuk meningkatkan pemanfaatan kulit ubi kayu dalam penggunaannya sebagai pakan pada hewan monogastrik. Kulit ubi kayu mengandung protein kasar 6,78% dan serat kasar 11,35% (Hernawan, 2016) dengan kandungan energi metabolis kulit ubi kayu fermentasi adalah 1310 Kkal/kg (Triani *et al*, 2014).

Produksi daun ubi kayu dapat mencapai 10 ton per hektar, daun ubi kayu memiliki protein yang tinggi dan berkualitas, kandungan protein daun ubi kayu berkisar antara 16,8% - 35,9% serta mengandung mineral dan sumber vitamin B1, B2, C dan karoten (Morgan *et al*, 2016). Pada daun ubi kayu 75% total protein merupakan *true protein*, daun ubi kayu kaya asam amino lisin tapi rendah asam amino yang mengandung sulfur (Ramli, 2017). Menurut Hernawan (2016) kandungan protein kasar pada daun ubi kayu adalah 25,46%, dengan energi metabolimse daun ubi adalah 1590 kakal/kg sampai 1800 kkla/kg (Morgan *et al*, 2016).

Daun ubi kayu mengandung beta karoten yang cukup tinggi yaitu 298.00 sampai 816,92 µg/g, beta karoten merupakan unsur pembentuk pigmen kuning dan warna orange pada telur (Oresegun *et al*, 2016). Pemberian daun ubi kayu pada itik petelur sampai 10% dalam ransum menghasilkan performan dan kualitas fisik telur yang lebih baik tanpa menurunkan kualitas kimia telur itik (Sumiati *et al*, 2020). Kandungan nutrisi pada umbi, kulit dan daun ubi kayu dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Nutrisi dan Sianida Pada Tanaman Ubi Kayu

Komponen	Energi metabolis (Kkal/kg)	Protein Kasar (%)	Serat Kasar (%)	Sianida (ppm)
Umbi	3200 ¹	0,96 ¹	2,00 ¹	110 ⁴
Kulit	1310 ²	6,78 ³	16,25 ⁵	250 ⁴
Daun	1800 ¹	25,46 ³	20,00 ⁵	300 ⁴

¹Morgan et. al (2016), ²Triani (2014), ³Hernawan (2016), ⁴Anjani (2021), ⁵Enoch (2022)

2.2. Faktor Pembatas Limbah Ubi Kayu Sebagai Bahan Pakan

Kulit dan daun ubi kayu berpotensi dijadikan pakan ternak, akan tetapi tingginya kandungan serat kasar menjadi salah satu faktor pembatas pada penggunaan limbah ubi kayu sebagai bahan pakan. Menurut hasil penelitian Irawati *et al* (2017) bahwa fraksi serat kasar yang terdapat pada kulit ubi kayu adalah 16,25% - 27,07% selulosa, 57,16% - 63,26% NDF, 35,48% - 45,53% ADF, 24,31% - 28,69% hemiselulosa, sedangkan pada daun ubi kayu mengandung serat kasar sebanyak 18,24% (Hernawan, 2016).

Serat kasar pada unggas memiliki manfaat yaitu membantu gerak peristaltik usus, mencegah penggumpalan pakan pada sekum, mempercepat laju digesta dan memacu perkembangan organ pencernaan, akan tetapi serat kasar yang tinggi menyebabkan unggas merasa kenyang, sehingga dapat menurunkan konsumsi karena serat kasar bersifat voluminous (Maradon *et al*, 2015). Semakin tinggi kadar serat kasar dalam ransum, maka laju pencernaan dan penyerapan nutrisi akan semakin lambat yang akan menurunkan performansi unggas. Batas toleransi serat kasar pada unggas berbeda-beda tergantung umur dan jenis unggas, itik fase grower kebutuhan serat kasarnya adalah maksimal 7% (SNI, 2019).

Limbah ubi kayu juga mengandung antinutrisi berupa sianida yang berbahaya untuk ternak. Sianida mengganggu respirasi sel karena berikatan dengan enzim sitokrom oksidase sehingga jaringan tidak dapat menggunakan oksigen yang dapat

menyebabkan kematian pada ternak (Suharti *et al*, 2021). Kandungan sianida pada daun ubi kayu 200-300 ppm (Anjani *et al*, 2021) dan pada kulit ubi kayu dapat mencapai 250 ppm (Srisaikhram, 2018)

Senyawa glukosida sianogenik pada tanaman ubi kayu akan terurai menjadi HCN, glukosida sianogenik yang terdapat pada tanaman ubi kayu berupa linamarin dan lotaustralin dengan perbandingan 95:5. Kandungan glukosida sianogenik tersebar diseluruh bagian tanaman ubi kayu dengan konsentrasi yang berbeda-beda, glukosida ini disintesis di daun dan kemudian ditranslokasi ke umbi dan bagian lain dari tanaman ubi kayu (Lumbantobing *et al*, 2019).

Senyawa sianogen glukosida yang masuk ke dalam usus dan terhidrolisis dengan cepat, maka ion CN akan dilepaskan kemudian masuk ke dalam peredaran darah dan menghambat pernafasan sel dengan mengubah pembentukan Hb (Fe²⁺) menjadi Met Hb (Fe³⁺) dalam darah. Hal ini menyebabkan darah tidak mampu membawa oksigen, sehingga jaringan kekurangan oksigen (hypoxia) yang ditandai dengan perubahan warna darah yaitu dari warna merah menjadi warna merah terang dan apabila kandungan Met Hb dalam darah mencapai 80- 90% maka dapat menyebabkan kematian pada ternak (Artanti, *et al*, 2019). Menurut Gundersen *et al* (2022) sianida akan bersifat racun pada level 300-500 ppm dan batas aman sianida untuk pakan unggas adalah dibawah 50 ppm.

2.3. Bioteknologi Fermentasi Pakan

Menurut Chilton *et al* (2015) definisi pakan fermentasi adalah pakan yang diberi perlakuan dengan penambahan mikroorganisme atau enzim sehingga terjadi perubahan biokimiawi dan selanjutnya akan mengakibatkan perubahan pada pakan. Tujuan Fermentasi adalah menghasilkan suatu produk (bahan pakan) yang mempunyai kandungan nutrisi, tekstur, biological availability yang lebih baik disamping itu juga menurunkan zat anti nutrisinya.

Bioteknologi fermentasi merupakan metode pengolahan pakan yang tepat pada limbah limbah pertanian karena dapat meningkatkan kualitas produk dan

memperpanjang umur simpan. Menurut Marlida *et al* (2023) bahwa manfaat metode fermentasi pada pakan adalah meningkatkan umur simpan, menurunkan volume, memperkaya rasa dan aroma serta meningkatkan bioavailabilitas produk sehingga bioteknologi fermentasi berguna untuk menjamin ketersediaan pakan yang berkualitas untuk ternak.

Fermentasi dapat menurunkan serat kasar pada bahan pakan, penurunan kandungan serat kasar diakibatkan oleh aktivitas enzim selulase yang dihasilkan oleh mikroba. Enzim selulase mendegradasi, merombak, melonggarkan serta memutuskan ikatan lignoselulosa dan lignohemisellulosa. fermentasi limbah pertanian yang tinggi serat kasar seperti jerami padi mampu meningkatkan kadar PK (9,31%), pencernaan bahan kering (38,40%), dan bahan organik (42,93%), serta menurunkan NDF (73,45%), ADF (55,45%), selulosa (13,81%), hemiselulosa (18,00%) dan lignin (16,77%). (Amin *et al*, 2015).

Selain menurunkan serat kasar, fermentasi pada pakan juga dapat menurunkan zat anti nutrisi yang terdapat pada pakan, hal ini karena mikroba yang digunakan sebagai inokulan pada fermentasi pakan menghasilkan enzim untuk mendegradasi zat anti nutrisi tersebut. Proses fermentasi telah banyak digunakan untuk peningkatan nilai gizi dan penurunan kandungan anti nutrisi, atau toksin (Narsih *et al*, 2018). Zat anti nutrisi yang tergolong senyawa polifenol yang membentuk senyawa kompleks dengan makromolekul lainnya sehingga tidak mudah dicerna, sehingga solusi untuk menurunkan atau menghilangkan zat nutrisi tersebut adalah menggunakan teknologi fermentasi (Wea *et al*, 2020).

Fermentasi pada pakan juga dapat meningkatkan protein karena meningkatnya populasi mikroba yang digunakan sebagai starter pada proses fermentasi sehingga mikroba akan terhitung sebagai protein yang disebut dengan protein sel tunggal. Protein sel tunggal (PST) adalah istilah yang digunakan untuk protein yang berasal dari mikrobia seperti jamur, alga, khamir dan bakteri, protein kasar yang terkandung dalam beberapa jenis mikrobia seperti yeast berkisar 45% – 55%, fungi kandungan protein kasarnya 30% - 45% dan algae kandungan protein

kasarnya 40%-60% dan pada bakteri protein kasarnya berkisar 50%-65% (Nasution *et al*, 2021).

2.4. Produk Limbah Ubi Kayu Fermentasi Sebagai Bahan Pakan

Fermentasi kulit ubi kayu dengan menggunakan berbagai mikroba telah dilakukan untuk meningkatkan kualitas nutrisi kulit ubi kayu. Hasil penelitian Triani (2014) bahwa fermentasi kulit ubi kayu dengan *Sacharomyces cerevisiae* selama 7 hari dapat meningkatkan kualitas nutrisinya dengan meningkatkan kandungan protein kasar dari 8% menjadi 17,83%, sedangkan kandungan serat kasar menurun dari 15,20% menjadi 9,49%, selain itu kandungan antinutrisi berupa sianida juga menurun menjadi 178,11 ppm. Fermentasi kulit ubi kayu menggunakan bakteri *Bacillus amyloliquefaciens* meningkatkan protein kasar sebesar 45,34 % dan menurunkan serat kasar sebesar 13,48%, dengan nilai retensi nitrogen sebesar 66,64 %, pencernaan serat kasar 44,45% dan energi metabolis 2.135 kkal/kg (Mirzah *et al*, 2015).

Fermentasi komponen ubi kayu seperti kulit, umbi dan daun pada ubi kayu jenis pahit menggunakan bakteri *Leuconostoc mesenteroides* yang ditambah cairan rumen sapi (Sandi, 2010) mampu menurunkan sianida 90,43% pada kulit, 86,89% pada daun dan 87,73% pada campuran kulit dan daun. Selain menurunkan sianida juga dapat meningkatkan kandungan protein kasar 1,99% pada kulit, 1,18% pada daun dan 1,61% pada campuran kulit dan daun, sedangkan kandungan serat kasar menurun sebanyak 2,31% pada kulit, 0,51% pada daun dan 2,21% pada campuran kulit dan daun ubi kayu.

Fermentasi kulit ubi kayu menggunakan *Trichoderma viride* berpengaruh terhadap kandungan protein dan profil asam amino. Analisis komposisi limbah ubi kayu yang difermentasi dengan *T. viride* meningkatkan protein kasar dan protein murni, protein kasar meningkat dari 4,21 menjadi 37,63 dan protein murni meningkat dari 29,03% menjadi 31,6%. Selain itu kandungan pati berkurang dari 51,93% menjadi 24,34% dan 26,07%. Lebih lanjut dijelaskan bahwa produk fermentasi

mengandung semua asam amino esensial akan tetapi rendah metionin (Hawashi 2019).

Fermentasi kulit ubi kayu dengan gabungan beberapa mikroba campuran (*Saccharomyces cerevisiae*, *Lactobacillus delbrueckii*, *Lactobacillus coryniformis*) dapat meningkatkan kandungan nutrisi dan menurunkan sianida sampai 86% setelah 7 hari fermentasi. kandungan protein kasar meningkat dari 8,2% menjadi 14,0%, serat kasar menurun dari 12,5% menjadi 10,4% dan pencernaan protein meningkat dari 66% menjadi 75%, akan tetapi kandungan mineral berupa kalsium, sodium, potasium dan zinc tidak mengalami perubahan yang signifikan setelah difermentasi (Obboh *et al.*, 2006).

Pada daun ubi kayu teknologi fermentasi merupakan metode paling tepat untuk menurunkan HCN karena metode konvensional dapat menghilangkan nutrisi penting. Fermentasi daun ubi kayu menggunakan *Rhizopus oligosporus* secara signifikan menurunkan kandungan HCN 91% dan meningkatkan protein kasar 15% (Hawashi *et al.*, 2019). Lebih lanjut dijelaskan bahwa mikroflora yang dominan pada fermentasi daun ubi kayu adalah *Bacillus subtilis*, *Bacillus macerans*, dan *Bacillus pumilus*, bakteri ini dapat memanfaatkan asam sianida untuk nutrisinya.

2.5. Peran Bakteri Selulolitik

Bakteri selulolitik dapat diperoleh dengan mengisolasi dari berbagai sumber seperti limbah ubi kayu. Pada lingkungan alami bakteri tidak hidup sendiri melainkan bersama-sama baik itu dari spesies yang berbeda maupun dari jenis makhluk hidup yang bukan kelompoknya. Jenis bakteri selulolitik tersebut dapat diketahui dengan melakukan pemisahan dari makhluk hidup lainnya, yang dikenal dengan istilah isolasi. Adapun cara yang umum digunakan untuk isolasi adalah cara suspensi. Cara suspensi maksudnya adalah sampel mikroba yang telah diambil, dibuat suspensi baru kemudian suspensi itu ditumbuhkan pada media agar, hal ini bertujuan

agar pertumbuhan mikroba dari sampel pada saat ditumbuhkan pada media agar tidak terlalu menumpuk (Mangangale *et al*, 2023).

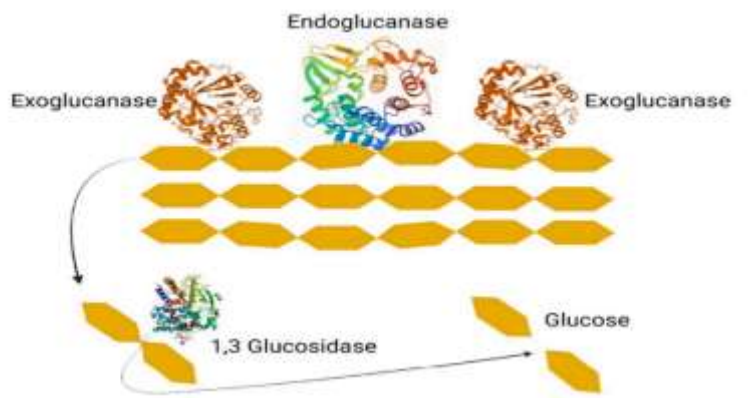
Isolat murni berupa bakteri selulolitik dapat diperoleh bila dilakukan isolasi secara bertahap menggunakan media nutrient agar. Setiap pertumbuhan koloni yang menunjukkan penampakan berbeda harus ditumbuhkan ulang pada media agar baru dan dilakukan isolasi kembali (reisolasi). Isolasi yang merupakan kegiatan memisahkan mikroba dari campurannya untuk mendapatkan kultur murni (Mayasari *et al*, 2020).

Isolasi dan identifikasi bakteri selulolitik dilakukan dengan uji kualitatif untuk mengetahui kemampuan jamur dalam mendegradasi selulosa yang ditunjukkan dengan adanya zona bening, Zona bening yang terbentuk disekitar koloni menunjukkan bahwa bakteri tersebut mampu mendegradasi selulosa yang terdapat dalam media CMC 1%. Zona bening yang terbentuk merupakan tempat terputusnya ikatan β -1,4 glikosidik yang menghubungkan monomer D-glukosa pada CMC (Carboxy Methyl Cellulose) karena isolat memiliki kemampuan dalam mendegradasi selulosa (Sutari *et al*, 2020).

Selulosa adalah polimer homopolisakarida linier dari ribuan unit glukosil yang dihubungkan bersama oleh ikatan glikosidik β -1,4, setiap unit glukosil mengandung satu gugus hidroksi primer (C6-OH) dan dua gugus hidroksi sekunder (C2-OH&C3-OH) untuk membentuk struktur mikrofibril kristal yang tidak larut dan struktur mikrofibril tersebut resisten terhadap hidrolisis enzim. Degradasi selulosa merupakan suatu proses kompleks yang membutuhkan sekelompok enzim yang bersinergi (Datta *et al*, 2024).

Bakteri selulolitik mampu mendegradasi serat kasar dengan memproduksi enzim melalui mekanisme beberapa enzim untuk meningkatkan efisiensi selulase klasik, skema degradasi selulosa klasik memerlukan tiga sistem enzim berbeda yang mengubah substrat polimer menjadi substratnya glukosa monomer. Endoglukanase (endoselulase), exoglukanase (eksoselulase) dan β -glukosidase (selobiase), ketiga enzim tersebut menghidrolisis dan memutus ikatan glikosidik dengan peran enzim

yang berbeda dalam degradasi selulosa. Endoglukanase melepaskan selooligosakarida dengan memecah rantai polimerase yang panjang dari serat selulosa. Eksoglukanase membelah ujung rantai dan melepaskan selobiosa yang kemudian dipotong oleh β -glukosidase untuk melepaskan glukosa (Datta *et al*, 2024)



Gambar 2. Peran Enzim Endoglukanase, exoglukanase dan Glukosidase pada Hidrolisis Selulosa (Datta *et al*, 2024).

Makkadhafi *et al* (2017) menyatakan bahwa terdapat bakteri indigen dengan sifat selulolitik dan pektinolitik yang ada disekitar limbah kulit ubi kayu, salah satu diantara ketiga spesies yang ditemukan, yaitu *Bacillus subtilis* memiliki kemampuan selulolitik dan pektinolitik dengan indeks hidrolisis 4,11. Lebih lanjut dijelaskan bahwa terdapat tiga spesies yang berhasil diidentifikasi dari tanah pembuangan limbah kulit ubi kayu, spesies tersebut antara lain *Bacillus circulans*, *Bacillus subtilis*, dan *Pseudomonas aeruginosa*.

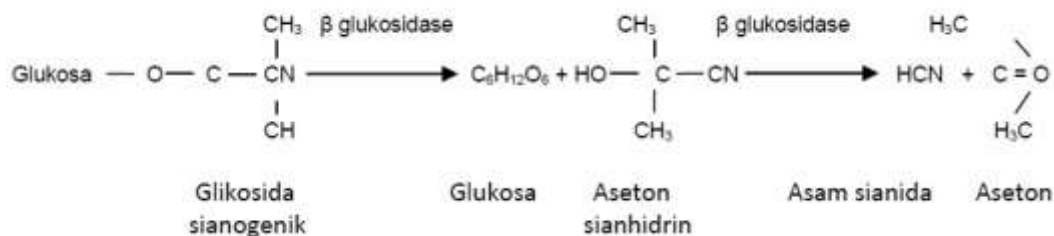
Pada limbah air limbah ubi kayu ditemukan empat jenis bakteri selulolitik yaitu *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterus* dan *Klebsilla sp.* Dengan nilai presentase masing-masing 58,33%, 50,00%, 25% dan 25% sedangkan jenis fungi ditemukan 3 jenis yang meliputi *Saccharomyce serivicea* (83,33%), *Aspergillus niger* (66,66%) dan *Pencillium sp.* (50.00%) (Gimba *et al*, 2021).

Pada isolasi mikroba limbah ubi kayu cair terdapat 4 jenis bakteri dan 3 jenis fungi yang mempunyai aktivitas enzim selulase yang tinggi, nilai aktivitas

selulase *Bacillus subtilis*, *Bacillus anthracis* dan *Bacillus megaterium* masing-masing $10,39 \times 10^{-4}$ (mg/ml/dtk), $8,99 \times 10^{-4}$ (mg/ml/dtk) dan $8,61 \times 10^{-4}$ (mg/ml/dtk), bakteri ini merupakan isolat penghasil selulase yang paling potensial. Sedangkan untuk jamur adalah *Aspergillus niger*, *Aspergillus fumigatus* dan *Pencillium sp.* memiliki aktivitas selulase masing-masing $11,21 \times 10^{-4}$ (mg/ml/dtk), $7,54 \times 10^{-4}$ (mg/ml/dtk) dan $6,53 \times 10^{-4}$ (mg/ml/dtk) yang merupakan isolat jamur penghasil selulase yang paling kuat (Gimba *et al*, 2021).

2.6 . Peran Bakteri Sianolitik

Pada Ubi kayu terdapat bakteri pendegradasi sianida, bakteri yang diisolasi dari fermentasi kulit dan daun ubi kayu akan lebih efektif untuk menurunkan kadar sianida, karena bakteri tersebut mudah beradaptasi dibandingkan bakteri yang diisolasi dari produk lain. *Leuconostoc mesenteroides* merupakan salah satu dari kelompok bakteri asam laktat dan dapat diisolasi dari fermentasi umbi kayu (Amoa dalam Sandi, 2010). Lebih lanjut dijelaskan bahwa presentase bakteri ini sebesar 14.5% dari bakteri asam laktat dan menghasilkan enzim β -glukosidase, yang berperan dalam menghidrolisis glukosida sianogenik. Sengupta (2023) menjelaskan bahwa aktivitas enzim β -glukosidase menghidrolisis glukosida sianogenik menjadi sianohidrin dan glukosa, kemudian sianohidrin diubah menjadi HCN dan aseton yang selanjutnya terurai menjadi asam format. Asam format digunakan untuk aktivitas metabolisme bakteri.



Gambar 3. Hidrolisis Glikosida Sianogenik (Sengupta, 2023)

Isolasi bakteri sianolitik dari cairan rumen kambing didapatkan 2 jenis bakteri yang mampu menurunkan kadar sianida sebesar 72.02% (isolat 1) dan 74.40%

(isolat 2). Berdasarkan tes morfologi isolat 1 diklasifikasikan sebagai bakteri gram negatif dengan bentuk batang, sedangkan isolat 2 merupakan bakteri gram positif dengan bentuk bulat. Isolat 1 dan 2 mampu menggunakan glukosa, fruktosa, sukrosa dan pati, namun tidak mampu menggunakan selulosa. Kedua isolat memiliki kemiripan 99% dengan susunan nukleotida dari *Sharpea azabuensis strain ST18*, dan *Lachnospiraceae bacterium*. Isolat bakteri pendegradasi sianida memiliki kemampuan meningkatkan fermentabilitas rumen, dilihat dari peningkatan konsentrasi NH₃ dan VFA total serta pencernaan bahan kering dan bahan organik yang signifikan (Novita, 2015).

Isolasi bakteri pendegradasi sianida pada limbah ubi kayu yang mengandung 300 ppm sianida bebas menggunakan media selektif dengan sianida dan gliserol dihasilkan 2 isolat yang dapat mendegradasi 27–30% sianida bebas dalam larutan, ini membuktikan potensi penggunaannya dalam pengolahan sianida. Hasil analisis mikroskop menunjukkan bahwa isolat tersebut berbentuk batang sebagai gram negatif (Arevalo *et al*, 2019). Lebih lanjut Nwakoby *et al* (2021) menemukan bakteri pendegradasi sianida pada limbah ubi kayu yang diidentifikasi *Bacillus spp.* dan *P. aeruginosa* mempunyai kemampuan mendegradasi sianida.

Maciel *et al* (2023) melaporkan bahwa hasil isolasi bakteri pendegradasi sianida pada air limbah yang mengandung tiosianat mempunyai kemampuan daya degradasi terhadap sianida yang lebih baik dibanding bakteri pendegradasi sianida yang diisolasi pada tambang emas, beberapa spesies bakteri yang teridentifikasi adalah *Pseudomonas spp*, *Acinetobacter spp*, dan *Proteus sp*. mampu melakukan bioremediasi sianida yang terkandung dalam limbah ubi kayu.

Isolasi bakteri pendegradasi sianida dari tailing tambang emas ditemukan 2 isolat, Isolat bakteri diidentifikasi sebagai *Thiobacillus sp* yaitu Isolat *Thiobacillus sp* B31P123 dan *Thiobacillus sp* B33P123 yang mampu menggunakan CN sebagai sumber energi tunggal hingga 500 ppm untuk pertumbuhannya. Selama proses degradasi sianida, ammonium diproduksi sebagai produk akhir yang dapat meningkatkan pH media. Kedua isolat *Thiobacillus sp*. B31P123 dan B33P123

mampu mengoksidasi CN pada konsentrasi 200 ppm dengan laju oksidasi masing masing 0,32 dan 0,35 ppm CN/jam pada fase logaritmik dengan memproduksi amonium pada media hingga 50 dan 46 ppm. Produk nitrogen tersebut digunakan lebih dari 80% untuk perkembangan biomassa sel (Yani *et al*, 2011).

2.7. Potensi Itik Kamang

Sumatera Barat mempunyai itik lokal yang menjadi plasma nutfah yaitu itik Kamang, itik Bayang dan itik Pitalah. itik Kamang yang berasal dari Kecamatan Tilatang Kamang dan Kamang Magek Kabupaten Agam, itik Kamang mempunyai dwi fungsi yang berpotensi untuk dikembangkan, itik Kamang jantan sebagai penghasil daging dan itik Kamang betina sebagai penghasil telur (UPT Keswan, 2021).

Suhaemi (2015) melaporkan bahwa dilihat dari tiga itik lokal Sumatera Barat, yaitu itik Pitalah, itik Kamang dan itik Bayang maka pertumbuhan Itik Kamang pada umur 10 minggu lebih baik dari itik Pitalah dan itik Bayang. Bobot badan itik Pitalah, itik Kamang dan itik Bayang pada umur 10 minggu secara berturut-turut adalah 1128,81 gram, 1196,66 gram dan 1158,96 gram. Lebih lanjut dijelaskan bahwa itik Kamang menghasilkan konversi ransum yang lebih rendah dibandingkan itik Pitalah dan itik Bayang, dimana konversi ransum itik Kamang pada umur 10 minggu adalah 5,12, sedangkan itik Pitalah dan itik Bayang adalah 5,23 dan 5,32.

Kualitas daging itik Kamang juga lebih baik dari itik Pitalah dan itik Bayang, berdasarkan hasil penelitian Suhaemi (2015) bahwa daging itik kamang mempunyai kandungan LDL paling rendah dan HDL paling tinggi. Itik Kamang mengandung LDL 6 mg/100 g, sedangkan itik Pitalah dan itik Bayang 8 mg/100 g dan 6,20 mg/100g. Kandungan HDL atau yang dikenal kolesterol baik pada itik kamang lebih tinggi yaitu 18 mg/100g dan itik Pitalah dan itik Bayang adalah 7 mg/100 g dan 8 mg/100g.

Itik Kamang betina memiliki ciri khusus terdapat garis melengkung putih di atas mata ke paruh, warna bulu cenderung coklat dengan warna paruh kehitaman

(Suhaemi, 2015). Lebih lanjut dijelaskan Triani (2014) bahwa itik kamang jantan sebagai penghasil daging memiliki ciri warna kepala dan paruh kehitaman, sebagian terdapat garis putih sepanjang 1-2 cm pada leher, warna bulu cenderung keabu-abuan dan warna sayap bagian bawah bewarna hitam berbentuk garis (Triani, 2014).

Itik Kamang betina memiliki warna bulu kepala yang didominasi coklat (84,00%), warna bulu putih di atas mata (85,50%), warna bulu leher coklat (98,00%), terdapat cincin putih di leher (96,50%), warna bulu sayap coklat (92,50%), warna bulu pada punggung coklat (100%), warna bulu dada coklat (96,00%), warna bulu bagian ekor coklat (95,5%), dan warna bulu paha coklat (100,00%). Itik Kamang betina memiliki ciri khas pada warna bulu putih di atas mata dan cincin putih di leher (Arlina *et al*, 2021).

Hasil penelitian Arlina *et al* (2021) menunjukkan bahwa Itik Kamang jantan didominasi memiliki warna bulu kepala coklat (94,00%), warna bulu putih di atas mata (92,00%), warna bulu leher coklat (98,00%), terdapat cincin putih di leher (94,00%), warna bulu sayap coklat (86,00%), warna bulu punggung coklat (100%), warna bulu dada coklat. Ciri khas itik Kamang jantan adalah memiliki bulu putih di atas mata dan cincin putih di leher. Itik Kamang jantan memiliki rataan bobot badan lebih besar (1,34 kg) dibandingkan itik lokal Sumatera Barat lainnya seperti itik Pitalah dan itik Bayang yang memiliki rataan bobot badan berturut-turut sekitar 1,31 kg dan 1,25 kg (Suhaemi *et al.*, 2019).

Pemeliharaan itik Kamang pada umumnya bersifat semi intensif, menurut Arlina *et al* (2018) bahwa manajemen pemeliharaan itik Kamang 65% bersifat semi intensif, 20% intensif dan 15% dilepas. Pemeliharaan itik Kamang secara intensif menghasilkan pertambahan bobot badan yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan semi intensif, Husmaini *et al* (2014) melaporkan bahwa itik Kamang yang dipelihara secara intensif dengan pakan campuran pakan komersil 60% ditambah kulit ubi kayu fermentasi (40%) menghasilkan pertambahan bobot badan 860 gram pada umur 6 minggu, sedangkan itik Kamang yang dipelihara secara semi intensif hanya menghasilkan pertambahan bobot badan 480 gram.

Berdasarkan hasil penelitian Triani (2014), pemeliharaan itik Kamang secara intensif tanpa menggunakan pakan komersil dengan formula pakan dari jagung, dedak padi, tepung ikan dan tepung kulit ubi kayu fermentasi dengan kandungan energi metabolis ransum 2900 Kkal/kg dan protein kasar 18% menghasilkan pertambahan bobot badan 773,33 gram pada umur 7 minggu. Lebih lanjut dijelaskan bahwa penggunaan tepung kulit ubi kayu yang difermentasi dengan ragi tape selama 7 hari pada itik kamang dapat mencapai 21%, sedangkan penggunaan tepung kulit ubi kayu fermentasi sampai 28% dapat menurunkan performan, hal ini karena ragi tape kurang optimal dalam mendegradasi serat kasar dan asam sianida pada kulit ubi kayu dan dengan waktu fermentasi yang kurang lama sehingga proses fermentasi belum optimal.

2.8. Kebutuhan Nutrisi dan Konsumsi Itik

Kebutuhan nutrisi itik merupakan acuan dalam penyusunan formulasi ransum. Produktivitas itik yang baik akan didapatkan dengan formula ransum yang sesuai dengan kebutuhan nutrisi. Kebutuhan nutrisi itik pedaging umur 2 sampai 7 minggu menurut NRC (1994) adalah dengan energi metabolis 3000 Kkal/kg, protein kasar 16%, lisin 0,65%, metionin 0,3%, kalsium 0,6% dan pospor 0,3%. Menurut Ramadhana *et al* (2019) kebutuhan nutrisi itik Tegal jantan umur 0-7 minggu adalah dengan energi metabolis 3100 Kkal/kg, protein kasar 18,5%, serat kasar 5,12%, kalsium 0,44% dan pospor 0,57%. Zurmiati *et al* (2017) menyatakan bahwa performa terbaik pada itik pitalah jantan yang dipelihara pada umur 0 sampai 8 minggu adalah dengan energi metabolis 2800 Kkal/kg, protein kasar 18% dan serat kasar 5,22%.

Konsumsi ransum akan mempengaruhi pertumbuhan itik dan nilai konversi ransum. Konsumsi ransum itik Magelang jantan yang dipelihara umur 2 sampai 8 minggu adalah 99,24 g/ekor/hari sampai 103,79 g/ekor/hari (Hartati *et al*, 2023), sedangkan Zurmiati *et al* (2017) menyatakan bahwa konsumsi ransum itik Pitalah yang dipelihara selama 8 minggu adalah 106,49 g/ekor/hari sampai 112,33

g/ekor/hari. Hasil penelitian Syaifuddin *et al* (2015) menunjukkan bahwa konsumsi itik Alabio jantan yang dipelihara pada umur 0 sampai 8 minggu adalah 74,12 g/ekor/hari sampai 89,56 g/ekor/hari.

2.9. Imbangan Energi dan Protein dalam Ransum Itik

Imbangan energi metabolis dan protein kasar (EM/P) pada unggas harus diperhatikan karena ketidakseimbangan EM/P dapat mengganggu pertumbuhan dan produksi unggas. Kelebihan energi terjadi apabila rasio energi terhadap protein melebihi dari apa yang dibutuhkan untuk pertumbuhan normal, produksi, aktivitas dan maintenance dan hal ini akan menyebabkan konsumsi ransum menurun karena ayam cukup mengkonsumsi sedikit ransum untuk memenuhi kebutuhannya, akan tetapi konsumsi protein tidak terpenuhi sehingga menyebabkan defisiensi protein yang akan berdampak pada pertumbuhan dan produksi (Fouad *et al*, 2019).

Pada ransum yang kekurangan energi dibawah kebutuhan hidup pokok maka unggas akan kehilangan bobot badan karena terjadi pengurasan protein dan lemak tubuh yang dikonversi menjadi energi. Batas terendah energi metabolis pada daerah dingin sampai sedang adalah 2600 Kkal/kg dan pada daerah panas 2400 Kkal/kg (Sumiati *et al*, 2019).

Imbangan EM/P pada itik tergantung jenis dan umur itik. Pada itik fase pedaging umur 2-6 minggu imbangan EM/P terbaik adalah 171,5 dengan energi metabolis 3087 Kkal/kg dan protein 18% (Ferket dalam Sumiati, 2019), sedangkan imbangan EM/P pada itik peking adalah 131,81 dengan energi metabolis 2900 Kkal/kg dan protein 22%. Imbangan Energi metabolis dan protein pada itik Pitalah dengan energi metabolis 2800 kkal/kg dan protein kasar 18% yang diberi probiotik *Bacillus amyloliquefaciens* menghasilkan konversi ransum terendah yaitu 4,44 , akan tetapi tidak berbeda nyata dengan konversi ransum yang mendapat energi metabolis 2700 kkal/kg dengan protein kasar 17% yaitu 4,69 (Zurmiati, *et al*, 2017).

Pertambahan bobot badan dan konversi ransum terbaik pada itik peking diperoleh dengan pemberian energi metabolis 3200 Kkal/kg dan protein kasar 19%,

ketika protein ransum ditingkatkan dari 15% menjadi 19% maka berat daging dada sangat nyata meningkat sebesar 10,8%, sebaliknya ketika energi ditingkatkan dari 2800 kkal/kg menjadi 3200 kkal/kg menurunkan berat daging dada itik peking tetapi meningkatkan berat kulit dan lemak subcutan sehingga tidak menurunkan berat badan (Zeng *et al*, 2015). Lebih lanjut Fouad *et al* (2019) menjelaskan bahwa peningkatan level protein dan energi pada itik peking dengan energi 3150 kkal/kg dan protein kasar 17,5% secara nyata meningkatkan kenaikan bobot badan dan pendapatan serta menurunkan konsumsi ransum.

2.10. Faktor yang mempengaruhi Produktivitas Itik

Produktivitas merupakan salah satu indikator keberhasilan usaha peternakan itik pedaging, produktivitas itik pedaging dipengaruhi oleh banyak faktor diantaranya adalah kualitas dan konsumsi ransum. Sesuai dengan pernyataan Aroh *et al* (2024) bahwa banyaknya jumlah pakan yang dikonsumsi akan mempengaruhi pertambahan bobot badan yang pada akhirnya akan mempengaruhi konversi ransum. Lebih lanjut dijelaskan oleh Sumiati *et al* (2020) bahwa konsumsi ransum sangat tergantung oleh tingkat palatabilitas dan kualitas nutrisi ransum, pakan dengan tingkat palatabilitas rendah akan menurunkan konsumsi ransum yang akan berefek pada menurunnya performan pada itik.

Pertambahan bobot badan erat kaitannya dengan konsumsi ransum dan kualitas ransum. Konsumsi dan kualitas ransum yang baik akan menyebabkan terpenuhinya kebutuhan nutrisi itik terutama protein dan energi yang akan digunakan untuk maintenance dan pertumbuhan, sebaliknya jika konsumsi dan kualitas ransum rendah maka itik akan defisien energi dan protein yang akan menghambat pertumbuhan. Penurunan pertumbuhan diperkirakan 63% disebabkan karena menurunnya konsumsi ransum unggas (Sumiati, 2019).

Kandungan asam amino pakan terutama asam amino esensial berperan penting dalam pertumbuhan itik. Asam amino lysin dan methionin merupakan asam amino esensial yang berfungsi untuk membangun jaringan pada pertumbuhan unggas,

kekurangannya akan menyebabkan menurunnya pertumbuhan (Indrawan *et al*, 2021). Metionin biasanya merupakan asam amino pembatas untuk itik yang berperan penting dalam sintesis protein. Pertumbuhan itik pedaging meningkat seiring meningkatnya kandungan metionin dalam ransum itik (Wu *et al*, 2021). Pakan yang dengan asam amino esensial yang cukup diperlukan untuk meningkatkan sintesis protein otot dan seluruh tubuh. Asam amino merupakan unsur dasar protein tubuh dan berfungsi sebagai substrat untuk sintesis protein. Sembilan asam amino dianggap sebagai asam amino esensial (EAA), yang berarti asam amino tersebut tidak dapat disintesis dalam tubuh, atau laju sintesisnya tidak cukup memenuhi kebutuhan tubuh. Oleh karena itu, EAA harus diperoleh melalui pakan yang akan berefek pada pertumbuhan (Chruch *et al*, 2020).



III. MATERI DAN METODE PENELITIAN

Penelitian ini terdiri dari 4 tahap yaitu penelitian tahap I merupakan isolasi dan seleksi bakteri selulolitik serta sianolitik, penelitian tahap II merupakan aplikasi isolat yang ditemukan sebagai inokulum pada fermentasi limbah ubi kayu. Penelitian tahap III adalah mencari imbang energi dan protein pada itik Kamang jantan, sedangkan penelitian tahap IV adalah aplikasi produk limbah ubi kayu fermentasi terbaik pada ransum itik Kamang jantan berdasarkan imbang energi dan protein terbaik yang ditemukan pada penelitian tahap III.

3.1. Penelitian Tahap I (Isolasi, Seleksi dan Identifikasi Bakteri Pendegradasi Selulosa dan Sianida)

3.1.1. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah kulit dan daun ubi kayu, medium yang digunakan antara lain nutrien agar, larutan fisiologis, CMC, KCN, Aquades, kongo red, glukosa, $MgSO_4$, KNO_3 , K_2HPO_4 , $FeSO_4$, $CaCl_2$, dan yeast. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi inkubator, autoklaf, bunsen, spektrofotometer, mikroskop, cawan petri, ose, pH meter, tabung reaksi, labu erlenmeyer, gelas ukur, gelas piala, vorteks, mikropipet, jangka sorong, timbangan dan batang pengaduk.

3.1.2. Isolasi Bakteri Selulolitik dan Sianolitik

Isolasi bakteri dilakukan dengan cara mengumpulkan sampel limbah ubi kayu berupa campuran kulit dan daun serta dibersihkan dari tanah, kemudian sampel dihaluskan dan dibiarkan secara anaerob selama 7 hari. Selanjutnya 10 gram sampel dilarutkan ke dalam 100 ml larutan fisiologis dan dilakukan pengenceran sampai 10^{-6} , kemudian ditumbuhkan pada cawan petri yang berisi nutrien agar (NA) dan

diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37⁰C. Setelah 24 jam diamati koloni bakteri yang berbeda dan dipindahkan untuk kemudian dilakukan pemurnian biakan.

3.1.3. Seleksi Bakteri Pendegradasi Selulosa dan Sianida Secara Kualitatif

A. Seleksi Bakteri Pendegradasi Selulosa dengan Zona Bening

Isolat murni yang telah diisolasi, selanjutnya diseleksi untuk mendapatkan bakteri pendegradasi selulosa dan sianida dengan cara menumbuhkannya pada media selektif. Media selektif pada bakteri pendegradasi selulosa mengandung CMC dan media selektif untuk bakteri pendegradasi sianida mengandung KCN. Media selektif selulolitik terdiri dari (per 100 ml) : 0,02 g MgSO₄, 0,075 g KNO₃, 1 g CMC, 0,05 g K₂HPO₄, 0,02 g FeSO₄, 0,04 g CaCl₂, 0,2 g yeast, 1,8g agar dan 0,1 g glukosa. Setelah isolat diinkubasi selama 24 jam pada 37⁰C pada media CMC, ditetesi kongo red (0,1 g kongo red + 50 ml etanol) dan didiamkan selama 15 menit, kemudian dicuci dengan NaCl Fisiologis. Seleksi dilakukan dengan pengamatan zona bening pada media CMC, dan diukur diameter zona bening dan diameter koloni isolat yang dihasilkan. Indeks selulolitik diukur dengan rumus :

$$\text{Indeks Selulolitik} = \frac{\text{diameter zona bening} - \text{diameter koloni}}{\text{diameter koloni}}$$

B. Seleksi Bakteri Pendegradasi Sianida dengan Zona Bening

Isolat yang didapatkan (yang menghasilkan zona bening pada media CMC), selanjutnya ditumbuhkan pada media selektif sianida yang mengandung KCN 25 mg/l pada cawan petri dan diinkubasi selama 48 jam pada suhu 37⁰C. Media selektif sianida untuk 100 ml terdiri dari 0,02 g MgSO₄, 0,075 g KNO₃, 2,5 mg KCN, 0,05 g K₂HPO₄, 0,02 g FeSO₄, 0,04 g CaCl₂, 0,2 g yeast, 1,8 g agar dan 0,1g glukosa. Isolat yang ditanam di media selektif KCN diinkubasi selama 48 jam. Seleksi bakteri sianolitik dilakukan dengan pengamatan dan pengukuran zona bening dan zona koloni serta indeks sianolitik. Indeks sianolitik dihitung dengan rumus :

$$\text{Indeks Sianolitik} = \frac{\text{diameter zona bening} - \text{diameter koloni}}{\text{diameter koloni}}$$

3.1.4. Seleksi Bakteri Pendegradasi Selulosa dan Sianida Secara Kuantitatif.

Isolat yang menghasilkan zona bening pada media CMC dan media KCN selanjutnya dilakukan uji aktifitas enzim selulase sebagai pendegradasi selulosa dan enzim β - Glukosidase sebagai pendegradasi sianida.

A. Uji Aktivitas Enzim

Aktivitas Selulase

Uji Aktivitas enzim selulase dilakukan dengan metode nelson menurut Jennifer *et al* (2015), 1 ml enzim kasar + 1 ml Ekstrak (0,5 CMC + 10 ml Buffer), diinkubasi selama 30 menit pada 40°C dalam shaker waterbath. Kemudian 1 ml enzim kasar yang telah dicampur ekstrak buffer dan CMC ditambah 1 ml larutan nelson AB, panaskan dalam air mendidih 20 menit, setelah dingin tambahkan phosphomolibdat 1 ml dan 7 ml aquades, selanjutnya dibaca dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 575 ml dan kurva standar.

$$\text{Aktivitas sellulase (U/ml)} = \frac{X \times P \times 1000}{T \times BM}$$

X = hasil konversi kurva standar

T = waktu inkubasi

P = Pengenceran

BM = Berat Molekul

Aktivitas Enzim β - Glukosidase

Aktivitas enzim β - Glukosidase dihitung menggunakan metode Zhang *et al* (2017). Substrat yang digunakan adalah p-NPG 0.1% (b/v), ekstrak enzim, larutan buffer sitrat pH 5.0 dan substrat diprainkubasi selama 10 menit pada suhu 50°C. Setelah itu ekstrak enzim diencerkan dan sebanyak 0.5 ml dicampurkan dengan 0.5 ml buffer sitrat dan 0.5 ml substrat. Larutan kemudian diinkubasi pada suhu 50°C selama 60 menit. Setelah waktu inkubasi selesai, ditambahkan larutan Na₂ CO₃ 1M sebanyak 1.0 ml lalu divorteks dan diukur dengan spektrofotometer pada panjang

gelombang 400 nm. Kontrol dibuat dengan komposisi yang sama namun enzim dicampur setelah penambahan larutan Na_2CO_3 1 M sebanyak 1.0 ml. Sebagai blanko digunakan 1 ml akuades, larutan bufer 0.5 ml dan 1 ml Na_2CO_3 . Larutan standar dibuat dengan menggunakan larutan p-nitrofenol, kisaran konsentrasi standar adalah 0-30 $\mu\text{g/ml}$.

$$\text{Aktivitas } \beta\text{-glukosidase}(U/ml) = \frac{(\text{nitrofenol sampel} - \text{kontrol}) \times \text{faktor pengencer}}{\text{waktu inkubasi} \times \text{BM nitrofenol}}$$

B. Uji Kemampuan Degradasi Isolat

Uji kemampuan degradasi isolat dilakukan dengan menggunakan isolat sebagai inokulum untuk fermentasi limbah ubi kayu yang terdiri dari campuran kulit dan daun dengan perbandingan 80 : 20. Dosis yang digunakan adalah 6% dengan waktu fermentasi 3 hari. Limbah ubi kayu hasil fermentasi diukur kandungan serat kasar, HCN dan protein kasar untuk melihat kemampuan degradasi masing-masing isolat.

3.1.5. Identifikasi Makroskopis dan Mikroskopis

Identifikasi makroskopis dilakukan dengan pengamatan isolat yang nampak dilihat dengan mata yang meliputi warna koloni, bentuk koloni, pinggir koloni, sedangkan identifikasi mikroskopis adalah pengamatan isolat menggunakan mikroskop.

Identifikasi mikroskopis dilakukan dengan cara 1 ose isolat digoreskan pada preparat steril kemudian dilakukan fiksasi. 1 tetes kristal violet ditambahkan ke permukaan preparat, diamkan selama 3 menit dan dibilas dengan air. Setelah kering, 1 tetes larutan lugol ditambahkan ke preparat dan didiamkan 1 menit. Setelah 1 menit, preparat dibilas dengan air. Selanjutnya dibilas dengan alkohol 96% sampai semua zat warna luntur kemudian dicuci dengan air. Preparat dikeringkan di atas api spiritus. Setelah kering, 1 tetes fuchsin alkali ditambahkan ke preparat dan didiamkan 45 detik, dicuci dengan air dan dikeringkan. Preparat ditambahkan emersi oil dan

preparat diamati menggunakan mikroskop dengan perbesaran 1000x. Pada pengamatan mikroskopis diamati pewarnaan gram dan bentuk isolat.

3.1.6. Identifikasi Biokimia

Identifikasi biokimia meliputi uji H₂S, urea, gas, uji gula-gula (laktosa, glukosa, sukrosa, manitol), MR, VP, Indol dan KCN.

Uji Produksi H₂S dan Gas

Isolat dinokulasikan secara aseptis ke medium Triple Iron Sugar Agar (TSIA) dengan jarum inokulasi yang ujungnya tajam yang telah mengandung isolat bakteri. Selanjutnya diinkubasi selama 24-48 jam, uji positif produksi H₂S ditandai dengan terbentuknya warna hitam pada medium. Uji positif pembentukan gas ditandai dengan terbentuknya gas di dasar medium, sehingga medium naik ke atas.

Uji Indol dan Motilitas

Satu ose isolat bakteri diinokulasikan secara aseptis ke 3 ml medium SIM dalam tabung reaksi, kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Untuk uji indol ditambahkan dengan kovacs reagent. Hasil uji positif ditandai dengan terbentuknya warna merah dan untuk uji motilitas ditandai dengan media menjadi keruh karena adanya pergerakan dari isolat.

Uji MR/VP (methyl red)

Isolat diinokulasi pada media Mr/Vp dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Pertumbuhan bakteri pada biakan Mr/Vp selanjutnya dibagi ke dalam 2 tabung. Untuk uji Mr ditetesi dengan 2-3 tetes reagen methyl red dan uji Vp tabung ditetesi dengan 2-3 tetes reagen alpha naphthol 5%. Hasil uji positif jika warna menjadi merah dan negatif jika warna kuning kecoklatan.

Uji sitrat

Koloni isolat diambil dengan ose dan diinokulasi pada media sitrat, selanjutnya diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. bakteri yang memanfaatkan sitrat sebagai sumber karbon akan menghasilkan natrium karbonat yang bersifat alkali, sehingga dengan adanya indikator brom thymol blue menyebabkan warna biru pada media

Uji oksidasi

Reagen oksidasi dituang ke kertas saring. Isolat bakteri diambil dan digoreskan ke kertas saring tersebut. Pengambilan isolat bakteri tidak boleh menggunakan alat yang berasal dari logam (harus dari kayu atau plastik). Reaksi ditunggu selama 30 detik, hasil positif ditandai dengan munculnya warna ungu sedangkan hasil negatif ditandai dengan munculnya warna merah muda.

Uji Fermentasi karbohidrat

Isolat bakteri diambil 1 ose dan dimasukkan ke dalam media kaldu karbohidrat glukosa, sukrosa, laktosa dan mannitol yang mengandung brom cresol purple (BSP) dan phenol red sebagai indikator pH. Media yang telah berisi isolat diinkubasi selama 1 hari. Perubahan warna yang terjadi diamati warna merah mengindikasikan tidak adanya asam sedangkan warna kuning mengindikasikan adanya asam.

Uji Urea

Isolat bakteri termofilik diinokulasi pada media agar yang mengandung urea (agar miring) dan di inkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam. Perubahan warna yang terjadi diamati. warna merah-ungu pada media mengindikasikan bakteri memberikan reaksi positif yang berarti menghasilkan urea.

3.1.7. Identifikasi Molekuler

Identifikasi molekuler dilakukan melalui isolasi DNA, Amplifikasi DNA dengan PCR, Analisis hasil PCR, sekuensing DNA dan Analisis hubungan kekerabatan (Filogenetik)

3.1.8. Analisa Data

Penelitian tahap 1 adalah kualitatif dan kuantitatif. Data yang diperoleh pada penelitian tahap I merupakan data deskriptif yang disajikan dalam bentuk tabel dan gambar. Peubah yang diamati pada penelitian ini adalah zona bening, indek selulolitik dan sianolitik, kemampuan degradasi, identifikasi makroskopis, mikroskopis, biokimia dan molekuler. Isolat bakteri selulolitik dan sianolitik yang diperoleh

diaplikasikan pada fermentasi limbah ubi kayu berupa kulit dan daun ubi kayu pada penelitian tahap II.

3.2. Penelitian Tahap II

Penelitian tahap II adalah aplikasi isolat sebagai inokulum yang didapatkan pada penelitian tahap I untuk fermentasi limbah ubi kayu berupa kulit dan daun.

3.2.1. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah inokulum, kulit, dan daun ubi kayu dan alat berupa pencacah (choper), wadah untuk fermentasi, oven, penyaring, tabung reaksi, pemanas air, sentrifugasi, tabung reaksi, labu erlenmeyer, gelas ukur, vorteks, timbangan, batang pengaduk, spektrofotometer dan pH meter

3.2.2. Metode Penelitian

Fermentasi bahan pakan kulit dan daun ubi kayu dengan perbandingan 80 : 20%. Metode penelitian adalah RAL faktorial dengan 3 x 3 dengan 4 ulangan dan 2 faktor. Faktor A merupakan lama fermentasi (A1 = 5 hari, A2 = 10 hari dan A3 = 15 hari), faktor B adalah jenis inokulum (B1 = *Citrobacter freundii*, B2 = *Proteus vulgaris* dan B3 = campuran *Citrobacter freundii* dan *Proteus vulgaris*). Dosis inokulum yang digunakan adalah 3% dengan total koloni $6,9 \times 10^{14}$ CFU/ml. Proses pengolahan pakan fermentasi dapat dilihat pada Gambar 4.

Parameter yang diamati meliputi serat kasar (SK), asam sianida (HCN), Protein kasar (PK), dan pH. Hasil terbaik pada penelitian tahap II ini akan digunakan pada penelitian tahap IV, selanjutnya dianalisis asam amino lysin dan metionin, kalsium dan fosfor. Selain itu juga dihitung Energi metabolis (EM) TLUF sebelum diformulasikan ke ransum itik Kamang (penelitian tahap IV).

Model matematis yang digunakan pada penelitian tahap II untuk ubi kayu adalah sebagai berikut :

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Keterangan :

Y_{ijk} = Nilai pengamatan dengan pengaruh perlakuan faktor A dan faktor B

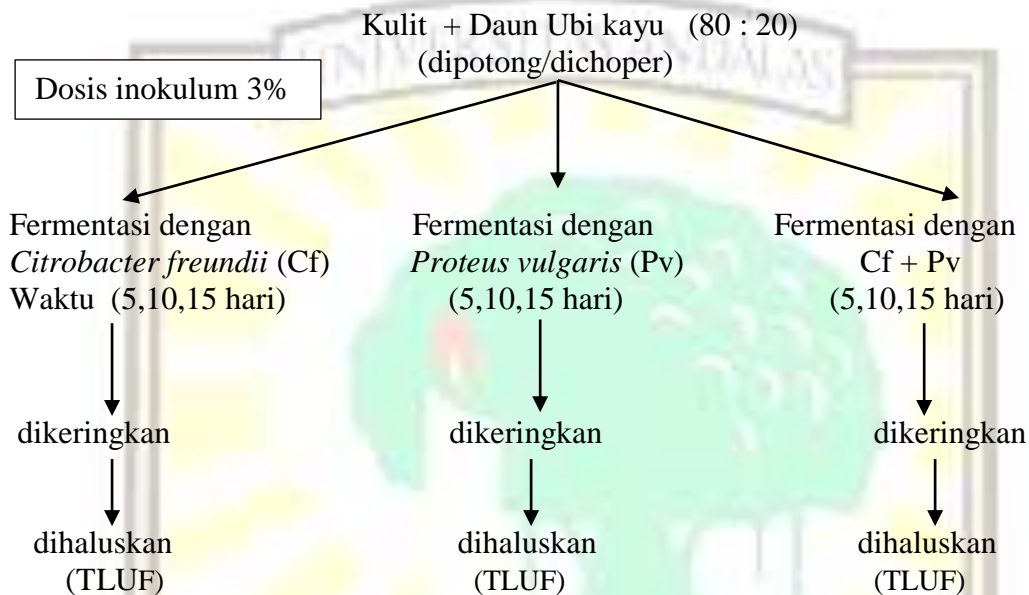
μ = Nilai tengah umum.

α_i = Pengaruh perlakuan A pada jenis ke-i

β_j = Pengaruh perlakuan B pada jenis ke-j

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Pengaruh interaksi antara faktor A ke-i dan faktor B ke-j

ϵ_{ijk} = Galat percobaan.



Keterangan : TLUF = Tepung Limbah Ubi Kayu Fermentasi

Gambar 4. Proses Pengolahan Limbah Ubi Kayu Fermentasi

3.2.3. Analisa Data

Data dinalisis dengan sidik ragam untuk mengetahui pengaruh perlakuan dan jika terdapat pengaruh yang nyata pada parameter maka dilanjutkan dengan uji lanjut DMRT menurut Steel and Torrie (1991).

3.2.4. Parameter Penelitian

Parameter yang diamati pada penelitian tahap II meliputi serat kasar (SK), asam sianida (HCN), protein kasar (PK), dan pH.

1. Kandungan sianida

Kandungan sianida diukur menggunakan metode APAH (2002). Sebanyak 5 g sampel dimasukkan ke dalam tabung erlenmeyer dan ditambahkan aquades

sebanyak 100 ml, ditutup dan dibiarkan selama 24 jam. Sampel disentrifugasi dengan kecepatan 500 rpm selama 15 menit, sehingga terpisah supernatan dan endapan. Sebanyak 0.1 ml supernatan diambil dengan spuit lalu dimasukkan kedalam tabung reaksi dan ditambahkan akuades sebanyak 1.9 ml. Selanjutnya dimasukkan kedalamnya 2 ml buffer CN dan 0.5 ml kloramin t 1%, divorteks dan didiamkan selama 2 menit. Setelah itu ditambahkan 0.5 ml larutan asam barbiturik-piridin dan divorteks kembali serta siap dibaca pada spektrofotometer dengan panjang gelombang 578 nm. Perhitungan dilakukan dengan membuat persamaan regresi dari larutan standar KCN berdasarkan nilai absorbansi terhadap konsentrasi KCN.

2. **Protein kasar (%)**

Protein kasar dianalisa dengan metode AOAC (2021), kira-kira 0.3-0.5 g sampel (x) ditimbang dengan teliti, dimasukkan kedalam labu destruksi. Tambahkan kira-kira 3 sendok kecil katalis campuran selen serta ml H_2SO_4 pekat secara homogen. Campuran tersebut dipanaskan dengan alat destruksi mula-mula pada posisi “low” kira-kira 10 menit, kemudian pada posisi “mad” selama 5 menit dan pada posisi “high” sampai larutan menjadi jernih dan berwarna hijau kekuningan, proses ini berlangsung didalam ruang asam (Tahap Destruksi) Setelah itu labu destruksi didinginkan dan larutan tersebut dimasukkan ke dalam labu penyuling dan diencerkan dengan 300 ml air yang tidak mengandung N. Tambahkan beberapa butir batu didih dan larutan dijadikan basa dengan penambahan kira-kira 100 ml NaOH 33%. Kemudian labu penyuling dipasang dengan cepat diatas alat penyuling. Proses penyulingan ini diteruskan hingga semua N telah tertangkap oleh H_2SO_4 yang ada di dalam erlemeyer atau bila 2/3 dari cairan dalam labu penyuling telah menguap (Tahap Destilasi).

Labu erlenmeyer yang berisi hasil sulingan tadi diambil dan kelebihan H_2SO_4 dititrasi kembali dengan menggunakan larutan NaOH 0.3 N. Proses titrasi berhenti setelah terjadi perubahan warna dari biru kehijauan yang menandakan titik akhir

titrasi. Volume NaOH dicatat sebagai z ml. Kemudian dibandingkan dengan titar blanko y ml (Tahap Titrasi). Penentuan kadar protein kadar adalah :

$$\text{Protein Kasar} = \frac{(y - z) \times \text{titar NaOH} \times 14 \times 6.25}{x} \times 100\%$$

3. Serat kasar (%)

Serat Kasar (AOAC 1990) Sampel ditimbang kira-kira 1 g (x) dan dimasukkan ke dalam gelas piala 500 ml, ditambahkan 50 ml H₂SO₄ 0.3 N dan dimasak hingga mendidih selama 30 menit. Setelah itu 25 ml NaOH 1.5 N ditambahkan dan terus dididihkan selama 30 menit kedua. Waktu pendidihan harus diperhatikan agar api tidak terlalu besar dan 40 cairan tidak meluap dan tumpah. Lalu kertas saring ditimbang (a). Cairan tersebut disaring dengan menggunakan kertas saring yang sudah ditimbang sebelumnya. Penyaringan dengan menggunakan corong bichner. Proses penyaringan berturut – turut dicuci dengan 50 ml air panas, 50 ml H₂SO₄ 0.3 N, 50 ml air panas dan 25 ml aseton. Kertas saring dan isinya dimasukkan ke dalam cawan porselen dan dikeringkan di dalam oven dengan suhu 105⁰C, kemudian didinginkan dalam eksikator selama 1 jam dan ditimbang (y). Setelah itu dipijarkan di dalam tanur sampai menjadi putih dan didinginkan kembali serta ditimbang (z).

Penentuan kadar serat kasar menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar Serat Kasar} = \frac{(y - z - a)}{X} \times 100$$

4. Derajat keasaman (pH)

Sebanyak 1 g sampel silase ditambahkan dengan 2 ml akuades (1:2), kemudian didiamkan selama 4 jam sambil diaduk setiap satu jam. Selanjutnya pH diukur dengan menggunakan pH meter (Apriyantono et al. 1989).

5. Energi Metabolis (Kkal/kg)

Penentuan energi metabolis dilakukan dengan metode Sibbald (1985), Ayam dewasa ditempatkan dalam kandang individu, sebelum pemberian pakan ayam dipuaskan 24 jam, kemudian diberikan bahan pakan (TLUF) sebanyak 1% bobot

badan, ekskreta ditampung dan dikumpulkan selama 24 jam. Ekskreta yang sudah dikumpulkan disimpan dalam freezer dan selanjutnya dioven 60°C selama 24 jam, kemudian ekskreta yang telah kering, dihaluskan dan dilakukan pengukuran energi bruto dengan menggunakan bomb kalorimeter. Energi metabolis (EM) dihitung dengan rumus :

$$EM = \frac{(GE P \times X) - (GE F \times Y)}{X}$$

EM = Energi metabolis

GE = Energi Bruto akan

X = Berat Pakan yang dikonsumsi

GE = Energi Bruto ekskreta

Y = Berat Ekskreta

3.3. Penelitian Tahap III.

Penelitian tahap III adalah penentuan imbalan energi metabolis dan protein kasar (EM/P) pada itik Kamang jantan yang dipelihara 4 minggu (3-7 minggu).

3.3.1. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah bahan pakan konvensional yang terdiri dari jagung, tepung ikan, bungkil kedelai, dedak dan tepung batu. Itik Kamang jantan umur 3 minggu sebanyak 90 ekor yang ditempatkan dalam 18 petak kandang dimana tiap kandang berisi 5 ekor, peralatan kandang seperti tempat pakan, tempat minum dan lampu.

3.3.2. Metode Penelitian

Metode penelitian tahap III adalah RAL 3 x 6 dengan 3 perlakuan dan 6 ulangan. Perlakuan pada penelitian ini adalah 3 level protein kasar dalam ransum yaitu P1 = 17%, P2 = 18% dan P3 = 19% dengan nilai imbalan energi metabolis dan protein kasar (EM/P) masing-masing perlakuan adalah P1 = 164,71 ; P2 = 155,55 dan P3 = 147,37. Energi metabolis yang digunakan untuk semua perlakuan adalah 2800 Kkal/kg.

Model matematis yang digunakan pada penelitian tahap III adalah :

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan :

Y_{ij} = Nilai pengamatan dengan perlakuan ke-i dengan ulangan ke-j

μ = Nilai tengah umum

α_i = Pengaruh perlakuan ke-i

ϵ_{ij} = Pengaruh galat percobaan ke-i dengan perlakuan ke-j

i = Banyaknya perlakuan (1,2,3,4,)

j = Banyaknya ulangan (1,2,3,4,5)

Tabel 2. Kandungan Nutrisi Bahan Pakan Penyusun Ransum Penelitian

Bahan Pakan	PK (%)	LK (%)	SK (%)	Ca (%)	P (%)	ME (Kkal/kg)
Jagung ^a	8,5	2,66	1,84	0,38	0,12	3300
Dedak ^b	12,83	4,76	13,0	0,72	0,89	1900
Bungkil kedelai ^c	39,31	1,68	5,34	0,26	0,18	2240
Tepung ikan ^{ad}	53,12 ^d	3,55	2,89	4,64	2,59	2820
Minyak Kelapa ^a	-	100	-	-	-	8600
Tepung Batu ^c	-	-	-	35.00	5.00	-
Topmix ^c	-	-	-	5,38	1,44	-

Keterangan : a.Triani (2014)
 c. Nuraini dkk (2009)
 b. Scott *et al* (1982)
 d. Laboratorium Bioteknologi UNAND (2024)

Ransum perlakuan yang digunakan ada tiga jenis yaitu :

P1 = Ransum dengan PK=17%

P2 = Ransum dengan PK=18%

P3 = Ransum dengan PK=19%

Kandungan nutrisi bahan pakan penyusun ransum itik Kamang pada penelitian tahap III dapat dilihat pada Tabel 2, sedangkan susunan ransum dan kandungan nutrisi ransum itik Kamang jantan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Susunan Ransum Penelitian dan Kandungan Nutrisi Ransum Berdasarkan Perhitungan

Bahan Pakan	Ransum Perlakuan		
	P1	P2	P3
Jagung kuning (%)	53,5	53,5	53,5
Dedak (%)	18	16	14
Tepung ikan (%)	4	5,5	6,6
Bungkil Kedelai (%)	21,5	22,5	23,5
Minyak (%)	1,9	1,5	1,5
Premix (%)	0,5	0,5	0,5
Tepung Batu (%)	0,6	0,5	0,4
Jumlah (%)	100	100	100
Kandungan Nutrisi Ransum			
Energi Metabolis (Kkal/kg)	2819,5	2818,25	2839,25
Protein Kasar (%)	17,34	18,24	19,02
Serat Kasar (%)	4,58	4,42	4,,25
Lemak Kasar (%)	4,68	4,25	4,21
Ca (%)	0,81	0,83	0,84
P (%)	0,40	0,42	0,44
Harga Ransum (Rp)	7119	7342	7566

3.3.3 Analisis Data

Data dianalisis dengan sidik ragam untuk mengetahui pengaruh perlakuan dan jika terdapat perbedaan yang nyata pada parameter maka dilanjutkan dengan uji lanjut DMRT menurut Steel and Torrie (1991).

3.3.4. Parameter penelitian

1. Pertambahan Bobot Badan (g/ekor)

Pertambahan bobot badan diukur dengan cara mengurangi bobot badan akhir dengan bobot badan awal pada setiap periode penelitian.

2. Konsumsi Ransum (g/ekor)

Konsumsi ransum dihitung dengan cara mengurangi jumlah ransum yang diberikan dengan sisa ransum selama penelitian.

3. Konversi Ransum

Konversi ransum dihitung dengan cara membagi jumlah ransum yang di konsumsi dengan pertambahan bobot badan selama penelitian.

4. Persentase Karkas (%)

Persentase berat karkas dihitung dengan membandingkan berat karkas dengan bobot hidup dikali seratus persen.

Hasil imbalan energi dan protein (EM/P) yang terbaik pada penelitian tahap III ini akan dijadikan dasar untuk menyusun ransum pada penelitian tahap IV.

3.4. Penelitian Tahap IV

Penelitian tahap IV adalah aplikasi produk pakan tepung limbah ubi kayu fermentasi (TLUF) dan bahan pakan lokal lainnya pada ransum itik Kamang jantan umur 3-8 minggu sebagai substitusi jagung. Penyusunan formula ransum berdasarkan imbalan energi metabolis (EM/P) yang terbaik pada hasil penelitian tahap III.

3.4.1. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah Tepung Limbah Ubi Kayu Fermentasi (TLUF), corn gluten meal (CGM), dedak padi, tepung ikan, tepung batu, vitamin, mineral, sekam sebagai alas kandang dan itik Kamang jantan umur 3 minggu sebanyak 100 ekor. Peralatan yang digunakan adalah kandang sebanyak 20 petak dimana setiap petak berisi 5 ekor itik Kamang. Kandang dilengkapi dengan peralatan kandang seperti tempat pakan, tempat minum dan lampu. Selain itu juga digunakan timbangan untuk menimbang itik setiap minggu serta menimbang pakan.

3.4.2. Metode Penelitian

Pada penelitian tahap IV dilakukan adalah mencari level terbaik penggunaan pakan tepung limbah ubi kayu fermentasi (TLUF) dalam mensubstitusi jagung pada ransum itik Kamang jantan. Metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan

Acak Lengkap (RAL) 4 x 5 dengan 4 perlakuan level penggunaan TLUF dalam mensubstitusi jagung dan 5 ulangan.

Model matematis yang digunakan pada penelitian tahap IV adalah :

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Keterangan :

Y_{ij} = Nilai pengamatan dengan perlakuan ke-i dengan ulangan ke-j

μ = Nilai tengah umum

α_i = Pengaruh perlakuan ke-i

ϵ_{ij} = Pengaruh galat percobaan ke-i dengan perlakuan ke-j

i = Banyaknya perlakuan (1,2,3,4,)

j = Banyaknya ulangan (1,2,3,4,5)

Kandungan nutrisi bahan pakan penyusun ransum penelitian tahap IV dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Kandungan Nutrisi Bahan Pakan Penyusun Ransum Penelitian

Bahan Pakan	PK (%)	LK (%)	SK (%)	Ca (%)	P (%)	ME (Kkal/kg)	Lys (%)	Met (%)
Jagung ^a	8,5	2,66	1,84	0,38	0,12	3350	0,26	0,18
TLUF ^b	16,70 ^{b1}	2,10 ^{b1}	9,24 ^{b1}	0,89 ^{b2}	0,64 ^{b2}	2210	1,25 ^{b3}	0,45 ^{b3}
Dedak ^c	12,83	4,76	13,0	0,72	0,89	1900	0,59	0,26
CGM ^a	45,00	3,5	2,5	0,35	0,14	2800	1,02	0,45
Tepung ikan ^{ab}	53,12 ^b	3,55	2,89	4,64	2,59	2820	1,73	0,5
Minyak Kelapa ^a	-	100	-	-	-	8600	-	-
Tepung Batu ^d	-	-	-	35,00	5,00	-	-	-
Topmix ^d	-	-	-	5,38	1,44	-	-	-

Keterangan : a. NRC (1994)

b1. Laboratorium Bioteknologi Unand (2023)

b2. Laboratorium Makanan Ternak IPB (2023)

b3. Laboratorium pascapanen Pertanian Bogor (2023)

c. Lesson and Summer (2005)

d. Nuraini (2009).

Susunan ransum penelitian dan kandungan nutrisi ransum dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Susunan Ransum Penelitian dan Kandungan Nutrisi Ransum Berdasarkan Perhitungan

Bahan Pakan	Ransum Perlakuan			
	R1	R2	R3	R4
Jagung kuning (%)	50	42,5	35	27,5
TLUFF (%)	0	7,5	15	22,5
Dedak (%)	26	26	25,5	25
Tepung Ikan (%)	5	6	6	6
CGM (%)	17,5	15,5	14,5	13,5
Minyak (%)	0,4	1,5	3	4,5
Tepung Batu (%)	0,6	0,5	0,5	0,5
Premix (%)	0,5	0,5	0,5	0,5
Jumlah (%)	100	100	100	100
Kandungan Nutrisi Ransum				
Energi Metabolis (Kkal/kg)	2837,9	2819,9	2822,4	2829,15
Protein Kasar (%)	18,00	18,23	18,33	18,43
Serat Kasar (%)	5,06	5,57	6,03	6,48
Lemak Kasar (%)	3,58	4,63	6,03	7,43
Ca (%)	0,91	0,95	0,98	1,01
P (%)	0,48	0,54	0,57	0,60
Lysin (%)	0,55	0,62	0,68	0,74
Methionin	0,26	0,28	0,29	0,31
Harga (Rp)	6664	6412	6173	5934

Ransum itik Kamang disusun dengan kandungan energi metabolis 2800 Kkal/kg dan protein kasar 18% sesuai dengan hasil terbaik penelitian tahap III. Perlakuan pada penelitian ini adalah 4 level penggunaan tepung limbah ubi kayu fermentasi (TLUF) dalam mensubstitusi jagung :

- R1 : Ransum yang tidak mengandung TLUF (0% mensubstitusi jagung)
- R2 : Ransum yang mengandung 7,5% TLUF (15% mensubstitusi jagung)
- R3 : Ransum yang mengandung 15% TLUF (30% mensubstitusi jagung)
- R4 : Ransum yang mengandung 22,5% TLUF (45% mensubstitusi jagung)

3.4.3 Analisis Data

Data dianalisis dengan sidik ragam untuk mengetahui pengaruh perlakuan dan jika terdapat perbedaan yang nyata pada parameter maka dilanjutkan dengan uji lanjut DMRT menurut Steel and Torrie (1991).

3.4.4. Parameter penelitian

1. Pertambahan Bobot Badan (g/ekor)

Pertambahan bobot badan diukur dengan cara mengurangi bobot badan akhir dengan bobot badan awal pada setiap periode penelitian.

2. Konsumsi Ransum (g/ekor)

Konsumsi ransum dihitung dengan cara mengurangi jumlah ransum yang diberikan dengan sisa ransum selama penelitian.

3. Konversi Ransum

Konversi ransum dihitung dengan cara membagi jumlah ransum yang di konsumsi dengan pertambahan bobot badan selama penelitian.

4. Persentase Karkas (%)

Persentase berat karkas dihitung dengan membandingkan berat karkas dengan bobot hidup dikali seratus persen.

5. Persentase lemak abdominal (%)

Persentase lemak abdominal diperoleh dengan membandingkan berat lemak abdominal dengan berat hidup itik dikali seratus persen

DESAIN PENELITIAN

