

INTI SARI

Pemanfaatan bahan pakan nabati lokal merupakan salah satu upaya untuk menurunkan biaya pakan. Bungkil kelapa sawit (BKS) dihasilkan sepanjang tahun, murah, dan melimpah sehingga berpotensi dikembangkan sebagai bahan pakan alternatif. Pemanfaatan BKS dalam budidaya perikanan masih sangat terbatas karena berbagai kendala, antara lain: kandungan protein kasar rendah dan tingginya kandungan polisakarida struktural yang menyebabkan BKS memiliki tingkat pencernaan rendah terutama untuk hewan-hewan monogastrik. Kerbau merupakan hewan ruminansia yang memiliki kemampuan unggul dalam beradaptasi terhadap bahan pakan nabati, bahkan dengan kualitas yang buruk. Kemampuan ini didukung oleh aktivitas mikrobial di dalam rumen. Berdasarkan hal tersebut, tujuan penelitian ini adalah: mendapatkan bakteri selulolitik dan mananolitik dari rumen kerbau, menentukan kondisi yang optimum untuk proses hidrolisis manan dan selulosa oleh isolat terpilih, menentukan kondisi yang optimum untuk proses fermentasi BKS oleh isolat terpilih, menentukan pengaruh fermentasi BKS terhadap kualitas nutrisi, level suplementasi dan kecernaannya pada ikan nila merah.

Penelitian ini dilaksanakan dalam 5 tahap penelitian. Penelitian tahap I adalah isolasi dan identifikasi bakteri selulolitik dan mananolitik dari rumen kerbau dilanjutkan pengujian aktivitas proteolitik dan lipolitik. Penelitian tahap II adalah optimasi hidrolisis selulosa dan manan dengan metode *batch culture* untuk menentukan kondisi yang optimum meliputi: suhu, pH, konsentrasi substrat dan waktu inkubasi untuk proses hidrolisis. Penelitian tahap III adalah optimasi kondisi fermentasi substrat padat, meliputi: kelembaban media, variasi sumber N, variasi konsentrasi sumber N, dan lama waktu fermentasi. Penelitian tahap IV adalah uji pengaruh fermentasi substrat padat BKS terhadap kualitas nutrisi. Penelitian tahap V adalah uji pengaruh suplementasi BKS dan BKS yang difermentasi dengan isolat terpilih terhadap level suplementasi dan kecernaannya pada ikan nila merah.

Sebanyak 34 isolat berhasil diisolasi dari rumen kerbau dengan metode pengayaan menggunakan BKS sebagai sumber karbon. Hasil seleksi berdasarkan rasio diameter zona jernih dengan diameter koloni pada media seleksi menunjukkan bahwa semua isolat memiliki aktivitas mananolitik, selulolitik, dan mampu menghidrolisis polisakarida struktural dalam BKS. Isolat BR25 menunjukkan aktivitas hidrolitik tertinggi serta memiliki aktivitas lipolitik dan proteolitik. Berdasarkan hasil identifikasi molekuler isolat BR25 teridentifikasi sebagai *Paenibacillus* sp. BR25. Koloni isolat BR25 berbentuk sirkuler, berwarna putih susu saat muda dan cenderung kuning hingga oranye setelah tua, sedangkan selnya berbentuk batang dan Gram positif.

Pertumbuhan *Paenibacillus* sp. BR25 pada media *locust bean gum* (LBG) optimum pada pH 7 dan suhu 35 °C, sedangkan proses hidrolisis LBG optimum pada pH 7 dan suhu 35-40 °C. Pertumbuhan dan hidrolisis LBG pada kondisi optimum dan konsentrasi substrat 1% mencapai optimum setelah 4 jam. Pertumbuhan dan hidrolisis substrat *Paenibacillus* sp. BR25 pada media *microcrystalline cellulose* (MCC) optimum pada pH 5 dan suhu 30 °C. Pertumbuhan dan hidrolisis MCC pada kondisi optimum dengan konsentrasi substrat 1% mencapai optimum setelah 144 jam.

Perbandingan substrat:air (b/v) yang optimum untuk pertumbuhan dan produksi gula reduksi *Paenibacillus* sp. BR25 pada proses fermentasi substrat padat BKS adalah 1:2,5 (b:v) setara dengan kelembaban media 74%. Sumber N terbaik untuk fermentasi substrat padat BKS adalah Urea dengan konsentrasi optimum 0,2%. Pertumbuhan *Paenibacillus* sp. BR25 dan produksi gula reduksi pada fermentasi substrat padat mencapai optimum pada hari ke 4-5, sedangkan penurunan berat kering optimum pada hari ke 8.

Fermentasi substrat padat BKS dengan *Paenibacillus* sp. BR25 dapat meningkatkan nilai nutrisi, antara lain: peningkatan kandungan relatif protein kasar, kalsium, fosfor, energi total, beberapa asam amino dan asam lemak esensial, serta penurunan kadar selulosa dan hemiselulosa. Selama proses fermentasi substrat padat terjadi pemecahan protein dan lipid yang ditunjukkan dengan adanya perubahan profil protein, komposisi asam amino, penurunan kadar lemak kasar, dan perubahan komposisi asam lemak. Asam amino esensial antara lain: histidin, isoleusin, leusin, lisin, metionin, dan treonin meningkat. Asam oleat dan linoleat yang merupakan asam lemak esensial juga mengalami peningkatan.

Suplementasi BKS pada level 5-10% dan bungkil kelapa sawit yang difermentasi dengan *Paenibacillus* sp. BR25 (FBKS) pada level 5-15% tidak berpengaruh secara signifikan terhadap sintasan ikan nila merah. Suplementasi BKS pada level 10% secara signifikan menurunkan performa pertumbuhan, kemampuan penggunaan pakan dan pencernaan pada ikan nila sedangkan suplementasi BKS yang difermentasi *Paenibacillus* sp. BR25 pada level 15% tidak menyebabkan penurunan performa pertumbuhan, penggunaan pakan dan pencernaan pada ikan nila. Dengan demikian, fermentasi substrat padat BKS dengan *Paenibacillus* sp. BR25 dapat meningkatkan level suplementasi BKS pada pakan ikan nila.

Kata kunci: bungkil kelapa sawit, selulolitik, mananolitik, bakteri rumen kerbau, pencernaan pakan, nila merah.

ABSTRACT

Utilization of local plant-based feed ingredients is one of the efforts to reduce feed costs. Palm kernel meal (PKM) is produced throughout the year, cheap and abundant so that it has the potential to be used as an alternative feed ingredient. The utilization of PKM in aquaculture is still very limited due to various limitation, including: the relatively low Crude Protein (CP) content and the high content of non-starch polysaccharide (NSP) causing PKM to have a low digestibility, especially for monogastric animals. Buffalo is a ruminant that has superior ability to adapt to various types of plant feed ingredients even with poor quality. This ability is supported by microbial community in its rumen. Based on this, the purposes of this study were: to obtained cellulolytic and mannanolytic bacteria from buffalo rumen, to determined the optimum conditions for the biodegradation of mannan and cellulose by selected isolate, to determined the optimum conditions for the solid state fermentation (SSF) of PKM by selected isolate, and to determined the effect of the solid state fermentation of PKM on nutritional value, level of supplementation. and digestibility in red tilapia.

This research was carried out in 5 stages. First, isolation and identification of cellulolytic and mannanolytic bacteria from the buffalo rumen, continued by proteolytic and lipolytic activities assay. Second, determined the optimum conditions including: temperature, pH, substrate concentration and incubation time for the mannan and cellulose biodegradation process. Third, determined the optimum conditions for solid state fermentation (SSF) of PKM, including: humidity, variation of nitrogen source and concentration, and incubation time. Fourth, determined the effect of SSF of PKM on nutritional value. Fifth, determined the effect of SSF of PKM on supplementation level and digestibility in red tilapia.

Total of 34 bacterial isolates have been isolated from buffalo rumen by enrichment method using PKM as a carbon source. The results of semi-quantitative screening showed that all isolates had mannanolytic and cellulolytic activities, and were able to degrade structural polysaccharides in PKM. The highest hydrolytic activity was showed by BR25. In addition to cellulolytic and mannanolytic abilities, BR25 also had lipolytic and proteolytic activities. Based on molecular identification results, BR25 was identified as *Paenibacillus* sp. BR25. Colony of *Paenibacillus* sp. BR25 were circular in shape, milky white when young and yellow to orange when mature. Its cell was rod shaped and Gram-positive.

The optimum pH and temperature for growth of *Paenibacillus* sp. BR25 on *locust bean gum* (LBG) media were 7 and 35 °C, while the optimum pH and temperature for LBG biodegradation were 7 and 35-40 °C. The growth and biodegradation of LBG under optimum conditions with a substrate concentration of 1% reached the optimum after incubation for 4 hours. The optimum pH and temperature for growth and substrate biodegradation of *Paenibacillus* sp. BR25 on MCC were 5 and 30 °C. The growth and biodegradation of MCC under optimum conditions with a substrate concentration of 1% reached the optimum after incubation for 144 hours.

The optimum substrate:water (w/v) ratio for the growth and reducing sugar production in the solid state fermentation (SSF) of PKM with *Paenibacillus* sp.

BR25 was 1:2.5 (w:v) equivalent to 74% media humidity. Urea was the best Nitrogen source for SSF of BKS and the optimum concentration was 0.2%. The growth of *Paenibacillus* sp. BR25 and the reducing sugar production reached the optimum on day 4-5, while the dry weight loss reached optimum on day 8

Solid state fermentation of PKM with *Paenibacillus* sp. BR25 could increase nutritional value, including: increased levels of crude protein, calcium, phosphorus, total energy, several essential amino acids and fatty acids, and also decreased levels of cellulose and hemicellulose. During the SSF, protein and lipid biodegradation occurs as indicated by changes in protein profile, amino acid and free fatty acid composition, and also the decreasing of crude fat. Essential free fatty acids, oleic and linoleic acids, and essential amino acids, including: histidine, isoleucine, leucine, lysine, methionine, and threonine increased during SSF.

Supplementation of PKM at the level of 5-10% and fermented PKM at the level of 5-15% had no significant effect on survival rate. Supplementation of PKM at the level of 10% significantly decreased growth performance, feed utilization and digestibility in tilapia, while supplementation of fermented PKM at the level of 15% did not significantly decrease growth performance, feed utilization and digestibility in tilapia. Thus, SSF of PKM with *Paenibacillus* sp. BR could increase the level of PKM supplementation in red tilapia.

Key Words: palm kernel meal, cellulolytic, mannanolytic, buffalo rumen bacteria, feed digestibility, red tilapia