

## INTISARI

Penipisan cadangan bahan bakar fosil serta polusi lingkungan akibat penggunaannya telah mendorong upaya pengembangan sumber-sumber dan energi alternatif yang bersih dan terbarukan. Gas hidrogen ( $H_2$ ) merupakan salah satu kandidat energi alternatif yang menjanjikan dan dapat diproduksi dari bahan-bahan organik seperti lignoselulosik melalui proses fermentasi.

Ampas tahu merupakan limbah organik padat yang dihasilkan oleh industri pengolahan tahu. Limbah ini merupakan bahan baku yang potensial untuk produksi biohidrogen, karena selain ketersediaannya yang melimpah dan terbarukan, ampas tahu dalam basis kering masih mengandung 40–60% karbohidrat. Tujuan utama studi ini adalah untuk mempelajari pengaruh perlakuan-awal (hidrolisis asam dua-tahap) dan pengaruh penambahan urea (sebagai suplemen nutrient) terhadap perolehan biohidrogen dari ampas tahu. Untuk mencapai tujuan tersebut, studi ini dibagi dalam tiga tahapan: (1) perlakuan awal ampas tahu menggunakan asam, (2) uji potensi produksi biohidrogen dan (3) pencernaan-bersama hidrolisat ampas tahu dengan urea untuk produksi biohidrogen.

Hidrolisis asam dua-tahap menggunakan katalis HCl dipertimbangkan sebagai perlakuan awal untuk meningkatkan kelarutan komponen karbohidrat dalam bahan ampas tahu. Untuk tujuan tersebut, hidrolisis asam encer (0,5% berat HCl,  $\pm 104^\circ\text{C}$ , selama 30 menit) digunakan sebagai tahap pertama dalam hidrolisis ampas tahu. Kemudian pada tahap II, fraksi padat ampas tahu dihidrolisis kembali menggunakan katalis HCl. Konsentrasi asam (5–10% berat), temperatur reaksi ( $40\text{--}104^\circ\text{C}$ ), rasio padatan/pelarut (0,025–0,1% berat/volume) serta waktu reaksi dipertimbangkan sebagai kondisi hidrolisis. Hasil studi menunjukkan, bahwa hidrolisis asam dua-tahap menggunakan katalis HCl dapat meningkatkan kelarutan karbohidrat dari ampas tahu. Dalam hidrolisis ampas tahu menggunakan asam encer (hidrolisis tahap I), diperoleh konsentrasi gula tereduksi (GT) maksimum 8,33 g/L dan yield gula 144 mg/g ampas tahu kering. Kondisi terbaik hidrolisis fraksi padat ampas tahu (hidrolisis tahap II) adalah pada rasio padatan/pelarut 0,10 gTS/mL, 10% HCl,  $104^\circ\text{C}$  dan 60 menit. Pada kondisi ini konsentrasi dan yield gula tereduksi maksimum berturut-turut 46,05 g/L dan 359,74 mg/gTS. Aplikasi metode hidrolisis dua-tahap (gabungan tahap I dan II), potensi yield gula tereduksi total dari ampas tahu adalah 503,73 mg/g ampas tahu atau meningkat 3,5 kali dibanding hidrolisis satu-tahap.

Uji potensi produksi biohidrogen dimaksudkan untuk mengetahui kesesuaian hidrolisat ampas tahu sebagai substrat untuk produksi hidrogen secara fermentatif. Percobaan dilakukan secara batch menggunakan kultur campuran pada kondisi mesofilik ( $35\text{--}37^\circ\text{C}$ ). Dalam uji ini, hidrolisat ampas tahu dengan perlakuan asam asam encer (hidrolisis tahap I) dan dua-tahap (gabungan hidrolisis tahap I dan tahap II) digunakan sebagai substrat untuk produksi hidrogen. Hasil percobaan

menunjukkan, bahwa potensi produksi hidrogen meningkat dari 0,515 menjadi 0,928 mmol/g ampas tahu awal.

Pencernaan-bersama hidrolisat SHM (hidrolisat ampas tahu dengan perlakuan asam dua tahap) dengan urea untuk meningkatkan produktivitas biohidrogen melalui pengaturan rasio C/N diinvestigasi dalam studi ini. Sejumlah hidrolisat SHM dan urea dicampur dengan rasio tertentu sehingga diperoleh substrat campuran dengan rasio C/N berturut-turut: 3,69; 2,67; 2,32; 1,99; 1,72 dan 1,45 mg/mg. Percobaan dilakukan secara batch menggunakan kultur campuran pada kondisi mesofilik (35–37°C). Hasil percobaan menunjukkan, bahwa, penambahan urea ke dalam substrat SHM mempengaruhi yield hidrogen secara positif. Produksi hidrogen maksimum 2,41 mmol H<sub>2</sub>/g GT terobservasi pada rasio C/N 1,72 mg/mg.

## ABSTRACT

Diminishing of energy from fossil fuels triggers to finding cleaned and renewable energy sources. Hydrogen gas ( $H_2$ ) is used as one of potential candidates for renewable energy that can be produced from organic material such as lignosellulosic through fermentation process.

Tofu solid waste (TSW) is one of the by products of tofu processing industry. This waste is a very potential feed stock to produce biohydrogen because of its abundant availability and renewable. Tofu solid waste rich of carbohydrates (40–60% by weight in dry basis). The aim of study were to investigation the effect of pretreatment (two-stage hydrolysis) and to know the influence of urea adding as nutrient supplement on the yield of biohydrogen from TSW. These studies were conducted into three steps: (1) acid pretreatment of TSW, (2) potential biohydrogen test and (3) co-digest hydrolysate of TSW by urea to biohydrogen production.

Two-stage acid hydrolysis used HCl as a catalyst for pretreatment to enhance solubility of carbohydrate compounds of TSW. Dilute acid hydrolysis (HCl 0,5% wt, 104°C, 30 minutes) were conducted as pretreatment. The second step of pretreatment were conducted by rehydrolysis solid fraction of TSW by using concentrated HCl as a catalyst with variable condition: acid concentration (5–10% wt HCl), temperature of reaction (40–104°C), solid/solvent ratio (0,025–0,1% w/v) and time of reaction.

The result of the study showed that two-stages acid hydrolysis using HCl catalyst enhanced carbohydrates solubility of TSW. Maximum reducing sugar (8.34 g/L) and yield sugar (144 mg/g TSW) were obtained by using hydrolysis TSW methods (dilute acid hydrolysis). However, the best conditions of fraction solid of TSW (second stages) were solid/solvent ratio 0.10 g TS/mL; 10% wt HCl; 104°C and 60 minutes. By using these conditions, the maximum concentration and the yield of reducing sugar were 46.05 g/L and 359.74 mg/gTS respectively. Application of two-stage hydrolysis method (combine of stage I and II) potential yield of reducing sugar from TSW were 503.73 mg/g TSW or 3.5 times greater compared to one-stage hydrolysis.

The aim of potential biohydrogen production test were to know the suitability of TSW hydrolysate as a substrate to produce hydrogen fermentatively. The research were conducted by using mixed culture under mesophilic (35 – 37°C) condition. In this research, TSW hydrolysate were hydrolyzed by dilute acid (stage I hydrolysis) and two-stage (combine of stage I and II). These solutions were used as a substrate to produce hydrogen. The result showed the potential of hydrogen product enhance from 0.515 to 0.928 mmol/g TSW.

Co-digest of hydrolysate SHM (hydrolysate TSW by two stages) with urea used to enhanced biohydrogen productivity by arrangement of C/N ratio. Hydrolysate SHM were mixed with urea to get C/N ratio of mixed substrate: 3.69; 2.67; 2.32; 1.99; 1.72 and 1.45 mg/mg. The research were conducted by batch reaction using

mixed culture under mesophilic condition (35 – 37°C). The result showed that the urea adding into the SHM substrates affect to hydrogen yield positively. From the observation, maximum hydrogen production was 2.41 mmol H<sub>2</sub>/g reducing sugar on C/N ratio 1.72 mg/mg.