

## KELAYAKAN FINANSIAL PABRIK TAHU DENGAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL)

**Shabrina Shafa Qatrunada<sup>1</sup>, Nunung Kusnadi<sup>2</sup>, Tursina Andita Putri<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Departemen Agribisnis, Fakultas Ekonomi dan Manajemen, Institut Pertanian Bogor  
Jl. Kamper Wing 4 Level 5 Kampus IPB Dramaga, Indonesia  
e-mail: <sup>3</sup>[tursina.ap@apps.ipb.ac.id](mailto:tursina.ap@apps.ipb.ac.id)

(Diterima 7 Desember 2022 /Revisi 10 Mei 2023 /Disetujui 8 Juni 2023)

### ABSTRACT

*The tofu industry produces wastewater that can pollute the environment. One of the solution is using Wastewater Treatment Plant (WWTP). WWTP will increase the cost (investment cost and operational cost) for the tofu factory. However, it will not increase the revenue because the use of WWTP is unrelated to the production activities of the tofu factory. This research aimed to analyze the financial feasibility of a tofu factory with WWTP and analyze the maximum increase in soybean prices and labor wages. This research was conducted by a case study in Mr. Narman's Tofu Factory and using two alternatives with four types, independent WWTP (type HK 1) and integrated WWTP (type HK 3, 5, or 10). This research used investment criteria (NPV, IRR, Net B/C, and Payback Period) and switching value analysis. The findings demonstrate that a tofu factory with WWTP was feasible even though there was a decrease in profit due to the application of WWTP. The tofu factory with IPAL can increase its profits if the tofu factory receives an incentive to increase the tofu selling price by 1,26 percent to 2,82 percent and if the soybean price decreases to Rp. 9.521/kg from Rp. 9.787/kg. A tofu factory with WWTP is more sensitive to changes than one without WWTP. Tofu factory with WWTP is more sensitive to soybean price changes than labour wage changes.*

**Keywords:** financial, industry, sensitivity, tofu, WWTP

### ABSTRAK

Industri tahu menghasilkan limbah yang dapat mencemari lingkungan. Salah satu solusinya adalah mengolah air limbah menggunakan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL). Penggunaan IPAL akan menambah beban biaya (biaya investasi dan biaya operasional) pabrik tahu, namun tidak menambah penerimaan pabrik tahu karena penggunaan IPAL tidak berhubungan dengan aktivitas produksi pabrik tahu. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kelayakan finansial pabrik tahu dengan IPAL dan menganalisis peningkatan maksimum harga kedelai dan upah tenaga kerja. Penelitian dilakukan dengan studi kasus pada Pabrik Tahu Bapak Narman dan menggunakan dua alternatif penerapan IPAL dengan empat tipe: IPAL mandiri (tipe HK 1) dan IPAL terpadu (tipe HK 3, 5, atau 10). Penelitian menggunakan kriteria investasi (NPV, IRR, *Net B/C*, dan *Payback Period*) dan analisis nilai pengganti. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pabrik tahu dengan IPAL layak untuk dijalankan walaupun terjadi penurunan keuntungan yang diperoleh akibat penerapan IPAL. Pabrik tahu dengan IPAL dapat meningkatkan keuntungannya apabila pabrik tahu menerima insentif dari kenaikan harga jual tahu sebesar 1,26 persen hingga 2,82 persen dan jika harga kedelai turun menjadi Rp. 9.521/kg hingga Rp. 9.787/kg. Pabrik tahu dengan IPAL lebih sensitif terhadap perubahan daripada pabrik tahu tanpa IPAL. Pabrik tahu dengan IPAL lebih sensitif terhadap perubahan harga bahan baku kedelai daripada perubahan upah tenaga kerja.

**Kata kunci:** finansial, industri, tahu, IPAL, sensitivitas

### PENDAHULUAN

Industri tahu merupakan salah satu industri pengolah hasil pertanian penting di

Indonesia. Industri tahu mengolah bahan baku kedelai menjadi bahan makanan berupa tahu. Industri tahu berperan dalam penye-

diaan kebutuhan konsumsi tahu yang terus meningkat. Pada tahun 2012, rata-rata konsumsi tahu di Indonesia sebesar 6,99 kg/kapita/tahun. Jumlah tersebut terus mengalami peningkatan hingga pada tahun 2018 menjadi 8,23 kg/kapita/tahun (SUSENAS BPS dalam Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, 2019). Selain sebagai penyedia bahan makanan, keberadaan industri ini berperan dalam penyerapan tenaga kerja dan menjadi sumber pendapatan utama bagi pengrajin tahu. Di DKI Jakarta, sebesar 75 persen industri tahu dapat menyerap lebih dari 10 orang tenaga kerja. Sebesar 88 persen status kepemilikan industri tahu di DKI Jakarta merupakan milik pribadi pengrajin tahu sehingga usaha tersebut menjadi sumber pendapatan utama bagi pengrajin tahu (Ammatillah *et al.* 2018). Hal tersebut tentu berdampak dalam pemenuhan kebutuhan hidup dan peningkatan daya beli masyarakat.

Terlepas dari peran pentingnya dalam perekonomian, industri tahu menghasilkan limbah yang dapat mencemari lingkungan terutama air dan udara. Industri tahu menghasilkan limbah dalam bentuk padat, cair, dan gas. Limbah ini jika tidak dikelola dengan baik maka akan menimbulkan masalah. Limbah padat berupa ampas tahu biasanya diolah dan dijual menjadi tempe gembus atau pakan ternak. Sedangkan untuk limbah cair dan gas masih sedikit perlakuan.

Air limbah industri tahu memiliki sifat fisik berwarna keruh dan bau yang tidak sedap. Air limbah industri tahu juga memiliki sifat asam yang menimbulkan gas berupa bau tidak sedap dan gas rumah kaca yang memiliki efek 25 kali lebih buruk daripada gas karbon-dioksida (Romli & Suprihatin, 2009). Selain berbahaya, warna keruh dan bau yang ditimbulkan air limbah tentu akan merusak estetika lingkungan sekitar industri.

Hal yang menarik adalah industri tahu ini masih berkembang di wilayah perkotaan seperti DKI Jakarta. Menurut penelitian terdahulu, tercatat ada 338 unit pabrik tahu yang tersebar di lima wilayah DKI Jakarta pada tahun 2016. Status kepemilikan pabrik mayoritas adalah milik pribadi. Pabrik tahu terse-

but memiliki kapasitas produksi rata-rata lebih dari 300 kg kedelai per hari (Ammatillah *et al.* 2018).

Seperti telah dijelaskan di atas, bahwa industri tahu menimbulkan pencemaran lingkungan yang ditimbulkan oleh limbah cair yang dihasilkannya. Sebagai upaya pencegahan pencemaran lingkungan akibat air limbah, maka Gubernur Provinsi DKI Jakarta menetapkan Peraturan Gubernur Provinsi DKI Jakarta Nomor 69 Tahun 2013 mengenai baku mutu air limbah industri tahu. Baku mutu air limbah industri tahu dapat dicapai apabila pabrik tahu melakukan pengolahan terhadap air limbah. Pengolahan tersebut dapat dilakukan salah satunya dengan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL).

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa ada beberapa pabrik tahu yang menerapkan IPAL. Pabrik tahu tersebut berlokasi di Semarang, Boyolali, dan Kendal. Pabrik tahu di Semarang menerapkan IPAL secara terpadu dengan 9 pengrajin tahu dengan kapasitas produksi 3,5 - 15 kw kedelai/hari. IPAL pada industri tahu Semarang berasal dari dana bantuan lembaga setempat, demikian juga dengan pabrik tahu di Boyolali. Namun, pabrik tahu (kapasitas produksi 300 kg kedelai/hari) di Boyolali menggunakan IPAL secara mandiri Sedangkan pabrik tahu di Kendal membangun IPAL secara mandiri dengan menggunakan modal sendiri. Pabrik tahu Kendal tergolong dalam pabrik tahu berskala besar dengan kapasitas produksi 1.300 kg kedelai/hari dan memiliki badan hukum CV (CV. Sarana Cipta Alam Lestari). Skala usaha yang besar diduga menjadi salah satu faktor perusahaan mampu menerapkan IPAL secara mandiri (Kaswinarni, 2020).

Penggunaan IPAL membutuhkan biaya investasi yang relatif tinggi dan sering menjadi keluhan bagi para pengrajin yang mayoritas berskala mikro dan kecil (Herlambang *et al.* 2002). Pamungkas dan Slamet (2017), menyebutkan bahwa biaya investasi yang diperlukan untuk membangun IPAL pada pabrik tahu adalah sebesar Rp. 200.000.000 - Rp. 500.000.000 untuk kapasitas produksi harian di bawah 100 kg hingga 500 kg kedelai. Biaya

investasi IPAL tersebut setara dengan 82 kali lipat lebih besar dari pendapatan pabrik tahu dengan kapasitas produksi 500 kg/hari di DKI Jakarta yang memiliki rata-rata pendapatan 3,8 juta rupiah per hari (Ammatillah *et al.* 2018). Penelitian Amalia (2002), juga menyebutkan bahwa investasi IPAL sangat tinggi, yakni bisa mencapai Rp. 1.358.023.000. Investasi yang tinggi diduga menjadi salah satu kendala dari sisi pengrajin tahu untuk membangun IPAL.

Selain investasi, IPAL juga membutuhkan dana untuk operasionalnya. Amalia (2002), menyebutkan bahwa biaya operasional yang dibutuhkan untuk mengoperasikan IPAL adalah Rp. 81.000.000,- dengan kenaikan 10 persen per tahun. Tentu biaya operasional tersebut tergantung kepada kapasitas IPAL yang digunakan. Biaya operasional tersebut menjadi tanggungan dari pelaku usaha pabrik tahu disamping biaya operasional pabrik untuk menghasilkan tahu.

Pada operasional pabrik tahu, pelaku usaha juga dihadapkan dengan berbagai masalah yang kemudian memengaruhi kondisi finansial pabrik tahu. Pelaku usaha pabrik tahu dihadapkan dengan harga kedelai (sebagai bahan baku utama pabrik tahu) yang tidak stabil dan juga kenaikan upah minimum tenaga kerja di wilayah DKI Jakarta. Harga kedelai impor sempat menurun pada tahun 2020, namun dalam dua tahun setelahnya (2021 dan 2022) terus mengalami peningkatan hingga mencapai harga Rp. 12.490/kg. Sama halnya dengan kedelai impor, pada tahun 2022 harga kedelai lokal sudah mencapai 11.783/kg (Kemendag, 2022). Selain itu, pada Desember 2021, Gubernur DKI Jakarta menetapkan UMP baru untuk tahun 2022. UMP DKI Jakarta meningkat 5,1 persen dibandingkan tahun lalu. Perubahan harga input tersebut tentu akan akan memengaruhi kondisi finansial pabrik tahu.

Amalia (2002) menyebutkan penggunaan IPAL layak didirikan di Pasar Rejomulyo dengan menghasilkan NPV 905.056.617 dengan IRR 15,45 persen dan B/C sebesar 1,31. Senada dengan itu, Prihantingsih dan Hartoyo (2019) menyebutkan bahwa penggu-

naan IPAL pada CV. Proma Tuna Probolinggo layak secara ekonomi. Ada benefit tambahan yang diterima perusahaan dimana penggunaan IPAL menghasilkan biogas yang dimanfaatkan sebagai pengganti bahan bakar memasak. Tarif bahan bakar biogas jauh lebih murah daripada bahan bakar gas LPG. Walaupun proses limbah menjadi Biogas tentu memerlukan biaya tambahan disamping pembangunan instalasi IPAL (Shaffitri *et.al.* 2015).

Penggunaan IPAL pada pabrik tahu akan menambah beban biaya pabrik tahu. Pabrik tahu harus menanggung biaya investasi dari pembelian alat-alat IPAL dan untuk mengoperasikannya, pabrik tahu juga harus menanggung tambahan biaya operasional dari penggunaan IPAL. Di sisi lain, penggunaan IPAL tidak memberi manfaat secara finansial karena IPAL tidak berhubungan langsung dengan kegiatan produksi tahu maupun dalam peningkatan penerimaan pabrik tahu. Dengan demikian, penggunaan IPAL diduga hanya akan menambah beban finansial tanpa memberi manfaat finansial baru bagi pabrik tahu.

Di DKI Jakarta hingga saat ini belum ada pabrik tahu yang menggunakan IPAL untuk pengolahan limbah baik secara individu maupun terpadu atau komunal. Padahal kebutuhan IPAL di DKI Jakarta sangat mendesak mengingat pencemaran lingkungan akibat air limbah sudah mengkhawatirkan. Di sisi lain ada peraturan Gubernur DKI Jakarta mengenai baku mutu air limbah industri tahu yang perlu dipatuhi oleh pelaku usaha industri tahu. Hal ini tentu menarik untuk dikaji apa yang menyebabkan hingga saat ini belum ada IPAL di DKI Jakarta. Apakah secara finansial, IPAL layak didirikan oleh industri tahu di DKI Jakarta?. Selain itu, sampai saat ini belum ada kajian tentang kelayakan investasi dari aspek finansial penerapan IPAL pada pabrik tahu di DKI Jakarta.

Berdasarkan hal yang telah diuraikan di atas maka penelitian ini bertujuan untuk, 1) menganalisis kelayakan finansial pabrik tahu dengan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dan 2) mengukur perubahan maksi-

mum harga bahan baku kedelai dan upah tenaga kerja agar pabrik tahu dengan IPAL masih tetap layak untuk dijalankan.

## METODE

Penelitian dilakukan dengan metode studi kasus pada salah satu pabrik tahu di DKI Jakarta, yakni Pabrik Tahu Bapak Narman. Pabrik tahu ini memiliki kapasitas produksi sebesar 350 kg kedelai per hari, dimana rata-rata kapasitas produksi pabrik tahu di DKI Jakarta lebih dari 300 kg kedelai per hari (Ammatillah *et al.* 2018). Selain itu, pabrik tahu ini juga belum menggunakan IPAL untuk pengolahan air limbah. Oleh sebab itu, diharapkan pabrik tahu Bapak Narman dapat mewakili kondisi rata-rata pabrik tahu di DKI Jakarta.

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer yang diperoleh melalui wawancara dengan pemilik Pabrik Tahu Bapak Narman dan pihak pemasaran dari perusahaan penyedia IPAL (PT. Solusi Limbah Cair). Wawancara dilaksanakan secara langsung menggunakan daftar pertanyaan yang sudah dipersiapkan secara terstruktur. Data primer yang dikumpulkan berupa kondisi objek penelitian, biaya investasi dan operasional pabrik tahu, penerimaan pabrik tahu, serta biaya investasi dan operasional IPAL. Pengumpulan data dilaksanakan dari bulan November 2021 sampai dengan Desember 2021.

Tujuan penelitian yang pertama dianalisis dengan analisis kelayakan finansial. Analisis kelayakan finansial digunakan untuk menganalisis kondisi finansial pabrik tahu dengan adanya tambahan biaya IPAL. Aspek finansial menghitung biaya dan penerimaan menggunakan harga yang dibayarkan atau diterima oleh individu perusahaan (Gittinger, 1982). Kelayakan finansial dinilai menggunakan empat kriteria investasi yang memperhitungkan nilai waktu uang, yaitu *Net Present Value* (NPV), *Net Benefit-Cost Ratio* (Net B/C), *Internal Rate of Return* (IRR), dan *Payback Period*.

*Net present value* (nilai kini bersih) merupakan nilai manfaat bersih yang diperoleh masa kini dari kegiatan produksi tahu. NPV diperoleh dari selisih antara jumlah manfaat dan jumlah biaya dengan memperhatikan nilai waktu uang (*time value of money*). NPV dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$NPV = \sum_{t=1}^n B_t \frac{1}{(1+i)^t} - \sum_{t=1}^n C_t \frac{1}{(1+i)^t}$$

Keterangan :

$B_t$  merupakan manfaat pada tahun ke- $t$  dalam satuan rupiah;  $C_t$  merupakan biaya pada tahun ke- $t$  dalam satuan rupiah;  $i$  merupakan *discount rate* dalam satuan persen;  $t$  merupakan periode waktu dalam satuan tahun.

*Internal Rate of Return* (IRR) merupakan tingkat *discount rate* yang menghasilkan NPV sama dengan nol. Usaha dikatakan layak apabila IRR lebih besar dari *opportunity cost of capital*. Dalam penelitian ini yang digunakan sebagai *opportunity cost of capital* adalah tingkat suku bunga deposito Bank Rakyat Indonesia tahun 2021, yaitu sebesar 3,00 persen karena asumsinya menggunakan modal sendiri. Nilai IRR dapat dihitung dengan metode interpolasi antara *discount rate* yang menghasilkan NPV positif dengan *discount rate* yang menghasilkan NPV negatif. Secara rumus, IRR dapat dihitung dengan rumus interpolasi garis lurus sebagai berikut.

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_2} x (i_2 - i_1)$$

Keterangan :

$i_1$  merupakan *discount rate* yang menghasilkan NPV positif dalam satuan persen;  $i_2$  merupakan *discount rate* yang menghasilkan NPV negatif dalam satuan persen;  $NPV_1$  merupakan NPV saat  $i_1$  dalam satuan rupiah;  $NPV_2$  merupakan NPV saat  $i_2$  dalam satuan rupiah.

*Net B/C* menunjukkan rasio antara manfaat bersih yang bernilai positif dengan manfaat bersih yang bernilai negatif. Pabrik tahu dengan IPAL dikatakan layak apabila manfaat bersih positif yang diperoleh lebih besar daripada satu satuan manfaat negatif (kerugian) perusahaan. Usaha layak dijalankan jika rasio Net B/C bernilai lebih dari 1. Rasio Net B/C

dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$Net\ B/C = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t}}; \quad \begin{matrix} B_t - C_t > 0 \\ B_t - C_t < 0 \end{matrix}$$

Keterangan :

$B_t$  merupakan manfaat pada tahun ke- $t$  dalam satuan rupiah;  $C_t$  merupakan biaya pada tahun ke- $t$  dalam satuan rupiah;  $i$  merupakan *discount rate* dalam satuan persen;  $t$  merupakan periode waktu dalam satuan tahun.

*Payback period* menunjukkan tingkat kecepatan pengembalian proyek investasi usaha yang ditunjukkan dalam satuan waktu. Investasi usaha dapat dikatakan layak apabila tingkat pengembalian investasi usaha lebih cepat daripada umur bisnis. *Payback period* dihitung dengan mempertimbangkan nilai waktu dengan rumus sebagai berikut.

$$Payback\ Period = n + \left| \frac{a_n}{b_{n+1}} \right|$$

Keterangan :

$n$  merupakan jumlah tahun sebelum periode pengembalian diskonto terjadi;  $a$  merupakan nilai arus kas diskonto kumulatif pada tahun ke- $n$  dalam satuan rupiah;  $b$  merupakan nilai arus kas diskonto setelah periode pengembalian (pada tahun ke- $n+1$ ) dalam satuan rupiah.

Tujuan penelitian yang kedua dianalisis dengan analisis nilai pengganti (*switching value*). Analisis nilai pengganti digunakan untuk mengukur tingkat perubahan maksimum yang dapat ditoleransi agar usaha masih tetap layak untuk dijalankan. Dalam penelitian ini akan dianalisis persentase perubahan maksimum dari peningkatan biaya bahan baku kedelai dan upah tenaga kerja yang dapat ditoleransi oleh pabrik tahu dengan IPAL. Nilai perubahan maksimum didapatkan dengan acuan nilai kriteria investasi berada di ambang batas kelayakan dan variabel lain bernilai tetap (*ceteris paribus*).

Analisis kelayakan menggunakan beberapa asumsi dasar sebagai batasan dalam melakukan perhitungan. Analisis kelayakan finansial pada penelitian ini menggunakan asumsi dasar, antara lain:

1. Investasi pabrik tahu dan alat IPAL dilakukan pada tahun ke-0;

2. Sumber modal usaha berasal dari modal sendiri;
3. Kegiatan produksi Pabrik Tahu Bapak Narman dengan IPAL dimulai pada Januari 2022;
4. Jumlah hari produksi dalam satu tahun adalah 351 hari. Berdasarkan pernyataan pemilik pabrik tahu, pabrik memiliki sistem waktu kerja 7 hari dalam seminggu. Dalam satu tahun, pabrik memiliki hari libur pada hari raya keagamaan selama 14 hari;
5. Harga bahan baku dan alat investasi menggunakan harga pada waktu pengambilan data, yaitu bulan November - Desember 2021;
6. Umur ekonomis alat investasi ditentukan berdasarkan informasi pada Peraturan Menteri Keuangan Nomor 96/PMK.03/2009 dan juga berdasarkan keterangan pemilik usaha;
7. Kapasitas produksi selama umur bisnis konstan, yaitu sebesar 350 kg kedelai per hari;
8. Umur bisnis adalah 8 tahun. Umur bisnis ditentukan berdasarkan umur ekonomis terbesar dari alat investasi, selain bangunan dan tanah. Alat investasi yang menjadi dasar penentuan ini adalah mesin-mesin produksi bahan makanan;
9. *Output* yang dihasilkan adalah tahu putih. Setiap pengolahan 100 kg kedelai akan menghasilkan 63 papan tahu putih dan menyisakan 3 karung ampas tahu;
10. Harga jual produk selama umur bisnis konstan, yaitu Rp27.000/papan tahu putih dan Rp10.000/karung ampas tahu;
11. Tingkat suku bunga (*discount rate*) yang digunakan adalah suku bunga deposito Bank Rakyat Indonesia tahun 2021, yaitu sebesar 3,00%. Tingkat suku bunga deposito BRI digunakan sebagai acuan karena pemilik pabrik tahu menggunakan bank tersebut untuk menyimpan uang;
12. Usaha dikenakan pajak penghasilan UMKM sesuai dengan Undang-undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2021 Tentang Harmonisasi Peraturan Perpajakan;

13. Perhitungan penyusutan menggunakan metode garis lurus;
14. Alat IPAL diasumsikan termasuk dalam kelompok 2 menurut Peraturan Menteri Keuangan Nomor 96/PMK.03/2009 dan memiliki umur ekonomis 8 tahun;
15. IPAL yang dipilih untuk Pabrik Tahu Bapak Narman merupakan produk IPAL dari PT. Solusi Limbah Cair;
16. Biaya pemasangan IPAL sudah termasuk dalam biaya pembelian alat;
17. Pada perhitungan arus kas tidak memasukkan nilai sisa dari bangunan karena saat umur bisnis berakhir, bangunan usaha digunakan sebagai rumah tempat tinggal pemilik usaha;
18. Pada analisis nilai pengganti diasumsikan variabel lain bernilai tetap (*ceteris paribus*).

Terdapat dua alternatif penggunaan dan pemasangan alat IPAL, yaitu secara mandiri dan secara terpadu. IPAL mandiri digunakan secara sendiri pada satu pabrik tahu. Seluruh biaya IPAL mandiri ditanggung pada satu pabrik tahu. Sedangkan IPAL terpadu digunakan secara bersama oleh beberapa pabrik tahu dalam satu kawasan industri. IPAL terpadu dapat terealisasi apabila pabrik tahu yang terlibat berada dalam satu kawasan industri. Dengan kata lain, lokasi pabrik tahu harus berdekatan dan IPAL terpadu akan diletakkan pada suatu lokasi. Kemudian, air limbah setiap pabrik akan dialirkan dan diolah pada IPAL terpadu.

Menurut Herlambang *et al.* (2002), perencanaan pemilihan alat IPAL sangat penting untuk memperhatikan jumlah air limbah dalam satu hari produksi. Jumlah air limbah dalam satu hari produksi akan menentukan kapasitas IPAL dan luas lahan yang dibutuhkan untuk penempatan alat IPAL. Pabrik Tahu Bapak Narman menggunakan 25 liter air untuk mengolah 10 kg kedelai. Sehingga dalam satu hari produksi, pabrik tahu diperkirakan menghasilkan air limbah sebanyak  $\pm 1.000$  liter atau  $1 \text{ m}^3$ . Berdasarkan jumlah air limbah

yang dihasilkan pabrik dalam satu hari, maka penelitian ini menggunakan dua alternatif penerapan IPAL, yaitu IPAL mandiri tipe HK 1 dan IPAL terpadu tipe HK 3, 5, dan 10. IPAL terpadu tipe HK 3 dapat digunakan 3 pabrik tahu, tipe HK 5 dapat digunakan 5 pabrik tahu, dan tipe HK 10 dapat digunakan 10 pabrik tahu dengan asumsi memiliki kondisi yang sama dengan Pabrik Tahu Bapak Narman. Biaya IPAL terpadu akan dibebankan sama rata kepada para pabrik tahu pengguna IPAL.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pabrik Tahu Bapak Narman didirikan pada tahun 2009. Pada awal tahun pendirian, pabrik memiliki kapasitas produksi sebesar 30 kg kedelai per hari. Kapasitas produksi harian semakin meningkat hingga mencapai 500 kg kedelai per hari. Namun sejak adanya pandemi Covid-19 tahun 2020 hingga saat ini, produksi tahu berada di bawah kapasitas pabrik yakni hanya memproduksi tahu dari 350 kg kedelai per hari. Pabrik Tahu Bapak Narman mayoritas melayani pedagang perantara yang membeli dalam jumlah banyak untuk dijual kembali, Namun pabrik tahu ini juga melayani konsumen akhir bahkan peternak yang memberli ampas tahu (*side product*).

Pemilik Pabrik Tahu Bapak Narman sejauh ini belum mengupayakan pengolahan air limbah yang dihasilkan dari pabriknya. Selama ini, air limbah sisa produksi pabrik dialirkan ke saluran air kali. Seperti diketahui bahwa pabrik ini berada di Jalan Mampang Prapatan yang berada dekat dengan pemukiman warga dan tidak jauh dari pinggir Kali Krukut. Sehingga air limbah sisa produksi masih dibuang dan dialirkan ke aliran kali.

Selanjutnya akan dijelaskan lebih detail mengenai penerimaan, biaya investasi dan biaya operasional pabrik tahu Bapak Narman. Untuk mengetahui kelayakan finansial pabrik tahu yang menggunakan IPAL, maka sebelumnya juga akan akan dibahas biaya investasi dan biaya operasional penggunaan IPAL pada pabrik tahu.

**Tabel 1. Total Penerimaan Pabrik Tahu per Tahun**

No	Uraian	Jumlah produksi <sup>a)</sup>	Satuan	Harga satuan (Rp000)	Total penerimaan <sup>b)</sup> (Rp000)
1	Tahu Putih	220	Papan tahu	27	2.084.940
2	Ampas Tahu	10	Karung	10	35.100
Jumlah					2.120.040

Keterangan:

<sup>a)</sup> jumlah produksi dalam satu hari kerja; <sup>b)</sup> total penerimaan pabrik tahu selama 351 hari kerja (1 tahun)

## PENERIMAAN PABRIK TAHU

Penerimaan pabrik tahu bersumber dari penjualan tahu putih dan ampas tahu. Pabrik tahu memiliki kapasitas produksi sebesar 350 kg kedelai per hari. Setiap pengolahan 100 kg kedelai, pabrik menghasilkan 63 papan tahu dan menyisakan 3 karung ampas tahu (*side product*). Dalam satu hari produksi, pabrik bisa memproduksi 220 papan tahu putih dan 10 karung ampas tahu. Tahu potong putih dijual dengan harga Rp. 27.000/papan, sedangkan ampas tahu dijual dengan harga Rp. 10.000/karung. Dalam satu tahun, total penerimaan penjualan Pabrik Tahu Bapak Narman dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa 98,34 persen penerimaan pabrik tahu berasal dari penjualan tahu putih. Namun demikian, penerimaan pabrik yang berasal dari penjualan ampas tahu (*side product*) juga memberi

kontribusi yakni mencapai 1,66 persen. Satu hal yang dapat dipelajari bahwa mengelola limbah pabrik bisa menghasilkan sesuatu yang bermanfaat dan menjadi sumber penerimaan bagi pabrik itu sendiri. Seperti pada usaha penggilingan padi, penerimaan dari penjualan *side product* bisa berkontribusi sebesar 66,24 persen terhadap keuntungan usaha (Putri *et al.* 2013).

## BIAYA INVESTASI PABRIK TAHU

Biaya investasi pabrik tahu terdiri dari pembelian peralatan produksi dan bangunan pabrik. Pabrik tahu telah berjalan selama 12 tahun. Nilai investasi pabrik tahu direvaluasi dengan mempertimbangkan nilai waktu uang dan umur pemakaian alat investasi. Dengan memperhitungkan nilai waktu uang, biaya investasi pabrik tahu saat ini secara rinci dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Biaya Investasi Pabrik Tahu**

No	Komponen Investasi	Jumlah (unit)	Umur Ekonomis (tahun)	Umur Pemakaian (tahun)	Nilai investasi (Rp000)
1	Dinamo Giling	1	8	5	3.582
2	Alat Giling	1	8	9	8.735
3	Bearing	2	2	1	424
4	Drum Stainless Steel Kecil	4	8	7	5.067
5	Drum Stainless Steel Besar	11	8	6	33.822
6	Drum Plastik 200L	5	5	1	1.061
7	Drum Plastik 100L	5	5	1	530
8	Rak Papan Stainless Steel	9	8	4	10.433
9	Cetakan	16	8	10	15.503
10	Centong	2	4	1	361
11	Saringan	2	8	7	4.560
12	Tatakan Plastik PE	150	8	9	20.159
13	Blower 3inch	1	8	11	2.852
14	Wadah Jerigen	100	8	7	1.267
15	Meja Potong Stainless Steel	1	8	7	1.900
16	Alat Ukur Potong Tahu Stainless Steel	6	8	7	5.320
17	Instalasi Steam	1	8	6	153.734
18	Toren Air 3000L	1	8	7	4.434
19	Bangunan	1	20	7	760.062
Total					1.033.808

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 7 Tahun 2021, pabrik tahu ini tergolong usaha skala mikro dengan kriteria modal usaha tidak melebihi satu milyar rupiah (tidak termasuk tanah dan bangunan). Dari Tabel 2, diketahui bahwa total nilai investasi pabrik tahu adalah Rp. 1.033.808.000. Namun demikian, bangunan adalah investasi paling besar di pabrik tahu ini, yakni mencapai Rp. 760.062.000 atau sekitar 74 persen dari total biaya. Sedangkan biaya investasi peralatan produksi pabrik hanya sebesar Rp. 273.745.000.

Alat investasi yang memiliki umur ekonomis di bawah umur bisnis akan dilakukan reinvestasi. Seperti peralatan bearing, drum plastik, dan peralatan masak akan direinvestasi ketika umur ekonomisnya telah habis. Total biaya reinvestasi pada Pabrik Tahu Bapak Narman adalah Rp. 424.000 pada tahun ketiga, Rp. 785.000 pada tahun kelima, Rp. 1.591.000 pada tahun keenam, dan Rp. 424.000 pada tahun ketujuh.

#### BIAYA OPERASIONAL PABRIK TAHU

Biaya operasional merupakan biaya yang berkaitan dengan kegiatan produksi pabrik. Biaya operasional pabrik tahu meliputi biaya tenaga kerja, biaya bahan baku, biaya alat

pendukung, *overhead* dan biaya perawatan alat produksi. Secara keseluruhan, pabrik memerlukan biaya operasional sebesar Rp. 1.664.195.000 per tahun (kapasitas produksi sebesar 350 kg kedelai per hari). Biaya operasional pabrik tahu secara rinci dapat dilihat pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3, diketahui bahwa proporsi biaya terbesar pada industri tahu adalah biaya penyediaan bahan baku (kedelai) yakni mencapai 73,82 persen. Lebih dari setengah biaya operasional pabrik tahu merupakan biaya bahan baku kedelai, sejalan dengan penelitian Sa'id *et al.* 2020. Biaya operasional dengan proporsi terbesar kedua dan ketiga adalah biaya tenaga kerja (12,65 persen) dan biaya bahan bahan bakar (10,55 persen). Sedangkan biaya operasional lainnya memiliki proporsi yang sangat kecil, yaitu di bawah 2 persen.

#### BIAYA INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL)

Penerapan IPAL pada pabrik tahu membutuhkan biaya investasi yang meliputi biaya peralatan, biaya tanah, dan biaya pondasi tanah. Peralatan yang dibutuhkan untuk penerapan IPAL adalah alat IPAL dan tangki panel sebagai penampungan air limbah. Sebe-

Tabel 3. Biaya Operasional Pabrik Tahu per Tahun

Uraian	Jumlah <sup>a)</sup>	Satuan	Biaya satuan (Rp000)	Total biaya (Rp000) <sup>b)</sup>	Proporsi (%)
Tenaga Kerja					
Upah Tenaga Kerja	2.106	HOK	100	210.600	12,65
Bahan Baku					
Kedelai	122.850	Kg	10	1.228.500	73,82
Bahan Bakar (Kayu)	351	Paket	500	175.500	10,55
Alat Pendukung					
Kain Saringan	8	Unit	60	480	0,03
Kain Cetakan	64	Unit	20	1.280	0,08
Sepatu Boot	21	Unit	85	1.785	0,11
Overhead dan Perawatan					
Listrik	12	Bulan	2.500	30.000	1,80
Batu Gilingan	2	Paket	1.500	3.000	0,18
Perawatan Alat Steam	1	Paket	5.050	5.050	0,30
Perawatan Pompa Air	2	Unit	4.000	8.000	0,48
Total				1.664.195	100

Keterangan:

<sup>a)</sup> Jumlah selama 351 hari kerja (1 tahun); <sup>b)</sup> Total biaya operasional pabrik tahu selama 351 hari kerja (1 tahun)



**Tabel 4. Biaya Investasi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) pada Pabrik Tahu**

Uraian	Jumlah	Satuan	Umur ekonomis (Tahun)	Biaya satuan (Rp000)	Total biaya (Rp000)	Proporsi (%)
<b>HK 1<sup>a)</sup></b>						
Tanah	5,25	m <sup>2</sup>	-	13.000	68.250	56,13
Pondasi	1	paket	20	598	598	0,49
Tangki Panel Fiberglass 1M <sup>3</sup>	1	Unit	8	3.250	3.250	2,67
IPAL Tipe HK 1	1	Unit	8	49.500	49.500	40,71
Total					121.598	100
<b>HK 3<sup>b)</sup></b>						
Tanah	10	m <sup>2</sup>	-	13.000	130.000	57,69
Pondasi	1	paket	20	882	882	0,39
Tangki Panel Fiberglass 3 M <sup>3</sup>	1	Unit	8	9.750	9.750	4,33
IPAL Tipe HK 3	1	Unit	8	84.700	84.700	37,59
Total					225.332	100
<b>HK 5<sup>c)</sup></b>						
Tanah	15,68	m <sup>2</sup>	-	13.000	203.840	56,41
Pondasi	1	paket	20	1.541	1.541	0,43
Tangki Panel Fiberglass 5 M <sup>3</sup>	1	Unit	8	16.250	16.250	4,50
IPAL Tipe HK 5	1	Unit	8	139.700	139.700	38,66
Total					361.331	100
<b>HK 10<sup>d)</sup></b>						
Tanah	23,38	m <sup>2</sup>	-	13.000	303.940	57,26
Pondasi	1	paket	20	1.859	1.859	0,35
Tangki Panel Fiberglass 10 M <sup>3</sup>	1	Unit	8	32.500	32.500	6,12
IPAL Tipe HK 10	1	unit	8	192.500	192.500	36,27
Total					530.799	100

Keterangan:

<sup>a)</sup> HK 1 = Pabrik tahu dengan IPAL mandiri tipe HK 1; <sup>b)</sup> HK 3 = Pabrik tahu dengan IPAL terpadu tipe HK 3; <sup>c)</sup> HK 5 = Pabrik tahu dengan IPAL terpadu tipe HK 5; <sup>d)</sup> HK 10 = Pabrik tahu dengan IPAL terpadu tipe HK 10.

lum dialirkan ke IPAL, air limbah akan ditampung terlebih dahulu pada tangki panel. Luas tanah yang dibutuhkan disesuaikan dengan ukuran peralatan IPAL. Tanah yang digunakan untuk penempatan peralatan IPAL harus memiliki permukaan yang datar, maka diperlukan sebuah bangunan pondasi agar permukaan tanah menjadi datar. Biaya investasi penerapan IPAL tipe HK 1, 3, 5, dan 10 secara rinci dapat dilihat pada Tabel 4.

Di sisi lain, untuk mengoperasikan IPAL maka dibutuhkan daya listrik, bakteri, dan nutrisi. IPAL mandiri (tipe HK 1) membutuhkan daya listrik sebesar 500 watt, sedangkan IPAL terpadu (tipe HK 3, 5, dan 10), secara berurutan membutuhkan daya listrik sebesar 600 watt, 750 watt, dan 1.000 watt. Bakteri dibutuhkan dalam proses penguraian zat berbahaya yang terkandung dalam air limbah. Sedangkan nutrisi berfungsi sebagai aktivator

bakteri. Dalam setiap pengolahan 10 m<sup>3</sup> air limbah, dibutuhkan 1 liter bakteri dan 0,5 liter nutrisi. Dalam satu tahun, penggunaan IPAL membutuhkan biaya operasional yang dijelaskan secara rinci pada Tabel 5.

Seperti yang telah dijelaskan di metode penelitian, beban biaya IPAL terpadu dibagi sama rata dengan pabrik tahu lainnya. Sedangkan biaya IPAL mandiri (HK) 1 akan ditanggung seluruhnya oleh satu pabrik. Jika menggunakan IPAL tipe HK 3 yang dapat digunakan oleh 3 pabrik tahu, maka masing-masing pabrik akan menanggung biaya investasi sebesar Rp. 75.111.000 dan biaya operasional sebesar Rp. 3.543.000. Jika menggunakan IPAL tipe HK 5 yang dapat digunakan oleh 5 pabrik tahu, maka masing-masing pabrik akan menanggung biaya investasi sebesar Rp. 72.266.000 dan biaya operasional sebesar Rp. 2.933.000. Jika menggunakan IPAL tipe HK 10

Tabel 5. Biaya Operasional Penggunaan IPAL pada Pabrik Tahu

Uraian	Jumlah <sup>c)</sup>	Satuan	Biaya satuan (Rp000)	Total biaya (Rp000) <sup>d)</sup>	Proporsi (%)
HK 1 <sup>e)</sup>					
Listrik	1	tahun	1.775	1.775	33,65
Bakteri	2	jerigen <sup>a)</sup>	1.500	3.000	56,87
Nutrisi	1	jerigen <sup>b)</sup>	500	1.000	9,48
Total				5.275	100
HK 3 <sup>f)</sup>					
Listrik	1	tahun	2.130	2.130	20,04
Bakteri	5	jerigen <sup>a)</sup>	1.500	7.500	70,56
Nutrisi	2	jerigen <sup>b)</sup>	500	1.000	9,41
Total				10.630	100
HK 5 <sup>g)</sup>					
Listrik	1	tahun	2.663	2.663	18,16
Bakteri	7	jerigen <sup>a)</sup>	1.500	10.500	71,61
Nutrisi	3	jerigen <sup>b)</sup>	500	1.500	10,23
Total				14.663	100
HK 10 <sup>h)</sup>					
Listrik	1	tahun	3.550	3.550	12,89
Bakteri	14	jerigen <sup>a)</sup>	1.500	21.000	76,23
Nutrisi	6	jerigen <sup>b)</sup>	500	3.000	10,89
Total				27.550	100

Keterangan:

<sup>a)</sup> jerigen berukuran 25 liter; <sup>b)</sup> jerigen berukuran 30 liter; <sup>c)</sup> jumlah selama 351 hari kerja (1 tahun); <sup>d)</sup> total biaya operasional selama 351 hari kerja (1 tahun); <sup>e)</sup> HK 1 = Pabrik Tahu dengan IPAL mandiri tipe HK 1; <sup>f)</sup> HK 3 = Pabrik Tahu dengan IPAL terpadu tipe HK 3; <sup>g)</sup> HK 5 = Pabrik Tahu dengan IPAL terpadu tipe HK 5; <sup>h)</sup> HK 10 = Pabrik Tahu dengan IPAL terpadu tipe HK 10.

yang dapat digunakan oleh 10 pabrik tahu, maka masing-masing pabrik akan menanggung biaya investasi sebesar Rp. 53.080.000 dan biaya operasional sebesar Rp. 2.755.000.

Penggunaan IPAL memberikan tambahan biaya yang harus ditanggung oleh pabrik tahu baik itu tambahan biaya investasi dan juga biaya operasional. Penggunaan IPAL mandiri tipe HK 1 memberikan tambahan biaya investasi sebesar 11,76 persen dan biaya operasional sebesar 0,32 persen. Pabrik dengan menggunakan IPAL terpadu HK 3 akan mengalami penambahan biaya investasi dan operasional masing-masing 7,27 persen dan 0,21 persen. Untuk pabrik yang menggunakan IPAL terpadu HK 5, tambahan biaya investasi dan operasional adalah sebesar 6,99 persen dan 0,18 persen. Sedangkan pabrik tahu yang menggunakan IPAL terpadu HK 10, tambahan biaya investasi dan operasional adalah sebesar 5,13 persen dan 0,17 persen. Artinya penerapan IPAL secara terpadu/komunal dapat menghemat biaya investasi dan juga

biaya operasional di masing-masing pabrik. Hal ini sesuai dengan penelitian pembangunan IPAL komunal lebih efisien dari segi pembiayaan maupun waktu pengerjaan (Schipper dan Taufik, 2023)

#### KELAYAKAN FINANSIAL PABRIK TAHU TANPA IPAL DAN DENGAN IPAL

Pertama akan dibahas tentang kelayakan finansial pabrik tahu tanpa IPAL dan pabrik tahu dengan IPAL. Indikator kelayakan yang digunakan adalah NPV, IRR, Net B/C dan Payback periode. Pabrik tahu yang saat ini dijalankan oleh Bapak Narman (tanpa IPAL) dinyatakan layak secara finansial, dimana NPV yang diperoleh adalah Rp. 2.152.594.000, IRR sebesar 41,16 persen, Net B/C sebesar 3,08, dan *payback period* sebesar 2 tahun 5 bulan. Hal ini senada dengan beberapa penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa pabrik tahu layak untuk dijalankan (Suhdi, 2015; Aydra *et al.* 2020; Harahap, 2022; Prastiwi, 2022) Demikian juga apabila pabrik

**Tabel 6. Nilai Kriteria Investasi Pabrik Tahu Tanpa IPAL dan Dengan IPAL**

Tipe IPAL	Kriteria investasi	Nilai		Perubahan
		Tanpa IPAL <sup>a)</sup>	Dengan IPAL <sup>b)</sup>	
HK 1 <sup>d)</sup>	NPV (DR <sup>c)</sup> = 3%)	Rp. 2.152.594.000	Rp. 1.994.433.000	(7,35%)
	IRR	41,16%	35,44%	(13,91%)
	Net B/C (DR <sup>c)</sup> = 3%)	3,08	2,73	(11,55%)
	Payback Period (DR <sup>c)</sup> = 3%)	2 tahun 5 bulan	2 tahun 9 bulan	4 bulan
HK 3 <sup>e)</sup>	NPV (DR <sup>c)</sup> = 3%)	Rp. 2.152.594.000	Rp. 2.052.873.000	(4,63%)
	IRR	41,16%	37,47%	(8,98%)
	Net B/C (DR <sup>c)</sup> = 3%)	3,08	2,85	(7,49%)
	Payback Period (DR <sup>c)</sup> = 3%)	2 tahun 5 bulan	2 tahun 7 bulan	2 bulan
HK 5 <sup>f)</sup>	NPV (DR <sup>c)</sup> = 3%)	Rp. 2.152.594.000	Rp. 2.060.061.000	(4,30%)
	IRR	41,16%	37,65%	(8,53%)
	Net B/C (DR <sup>c)</sup> = 3%)	3,08	2,86	(7,12%)
	Payback Period (DR <sup>c)</sup> = 3%)	2 tahun 5 bulan	2 tahun 7 bulan	2 bulan
HK 10 <sup>g)</sup>	NPV (DR <sup>c)</sup> = 3%)	Rp. 2.152.594.000	Rp. 2.080.390.000	(3,35%)
	IRR	41,16%	38,48%	(6,52%)
	Net B/C (DR <sup>c)</sup> = 3%)	3,08	2,91	(5,45%)
	Payback Period (DR <sup>c)</sup> = 3%)	2 tahun 5 bulan	2 tahun 6 bulan	1 bulan

Keterangan:

<sup>a)</sup> nilai kriteria investasi pabrik tahu tanpa IPAL; <sup>b)</sup> nilai kriteria investasi pabrik tahu setelah dengan IPAL; <sup>c)</sup> DR = *discount rate*; <sup>d)</sup> HK 1 = Pabrik tahu dengan IPAL mandiri tipe HK 1; <sup>e)</sup> HK 3 = Pabrik tahu dengan IPAL terpadu tipe HK 3; <sup>f)</sup> HK 5 = Pabrik tahu dengan IPAL terpadu tipe HK 5; <sup>g)</sup> HK 10 = Pabrik tahu dengan IPAL terpadu tipe HK 10.

tahu menggunakan IPAL (baik secara mandiri maupun terpadu), secara finansial masih dapat dinyatakan layak. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya seperti penelitian Amalia (2002), Prihatiningsih dan Haryono (2019) yang menyebutkan bahwa secara finansial, IPAL layak diterapkan. Nilai kriteria kelayakan investasi untuk Pabrik tahu tanpa IPAL dan dengan IPAL (mandiri maupun terpadu) dapat dilihat pada Tabel 6).

Namun demikian, terjadi penurunan nilai NPV yang diterima oleh pabrik tahu apabila pabrik menerapkan IPAL untuk mengolah limbahnya. NPV yang diterima pabrik jika tanpa IPAL adalah Rp. 2.152.594.000, sedangkan NPV yang diterima pabrik setelah meng-

gunakan IPAL adalah Rp. 1.994.433.000. Demikian juga dengan kriteria kelayakan investasi lainnya, seperti IRR, Net B/C dan Payback periode yang menurun setelah pabrik menerapkan IPAL baik pada pabrik tahu mandiri ataupun komunal. Hal ini disebabkan karena penggunaan IPAL tidak berhubungan langsung dengan kegiatan produksi tahu sehingga penggunaannya tidak memberi tambahan manfaat secara finansial. Di sisi lain, penggunaan IPAL pada pabrik tahu memerlukan biaya dan menambah sisi pengeluaran (*outflow*) seperti yang disampaikan pada Tabel 7. Tambahan penerimaan akibat penggunaan IPAL sama dengan 0 sementara tambahan biayanya lebih besar dari 0.

**Tabel 7. Tambahan Biaya dan Penerimaan Akibat Penggunaan IPAL pada Pabrik Tahu**

Tipe IPAL	Total Penerimaan (Rp. 000)	Tambahan penerimaan (Rp) <sup>a)</sup>	Total Biaya (Rp. 000)	Tambahan biaya (Rp) <sup>b)</sup>
Tanpa IPAL	2.120.040	-	1.733.195	-
HK 1 <sup>c)</sup>	2.120.040	0	1.745.091	-11,896
HK 3 <sup>d)</sup>	2.120.040	0	1.740.688	-7,493
HK 5 <sup>e)</sup>	2.120.040	0	1.740.038	-6,843
HK 10 <sup>f)</sup>	2.120.040	0	1.738.771	-5,576

Keterangan:

a) Tambahan penerimaan yang diperoleh ketika tanpa IPAL dengan adanya IPAL untuk masing-masing type; b) Tambahan biaya yang diperoleh ketika tanpa IPAL dengan adanya IPAL untuk masing-masing type; c) HK 1 = Pabrik tahu dengan IPAL mandiri tipe HK 1; d) HK 3 = Pabrik tahu dengan IPAL terpadu tipe HK 3; e) HK 5 = Pabrik tahu dengan IPAL terpadu tipe HK 5; f) HK 10 = Pabrik tahu dengan IPAL terpadu tipe HK 10

Pada pabrik yang belum berdiri, tentu ini menjadi referensi bagi pemilik usaha terkait seberapa layak pabrik tahu didirikan di DKI yang mengharuskan adanya pembangunan IPAL untuk menetralkan limbah pabrik agar didapatkan baku mutu limbah yang sesuai. Namun bagi pabrik tahu yang sudah beroperasi sejak lama, informasi ini memberikan gambaran bagi pelaku usaha bahwa NPV, Net B/C dan kriteria investasi lainnya menunjukkan penurunan sehingga performa bisnis akan menurun setelah penerapan IPAL. Tentu hal ini tidak diharapkan oleh perusahaan. Karena penerapan IPAL akan mengurangi total keuntungan pabrik tahu, *ceteris paribus*.

Dengan demikian, pelaku usaha pabrik tahu diduga tidak akan memiliki insentif untuk menerapkan IPAL sesuai anjuran Pemerintah DKI. Selain itu, apabila ditinjau isi Peraturan Gubernur Provinsi DKI Jakarta Nomor 69 Tahun 2013 mengenai baku mutu air limbah industri tahu, belum ada sanksi yang jelas bagi pelaku usaha pabrik tahu yang tidak menerapkan IPAL tersebut. Hal ini juga diduga akan menurunkan motivasi pelaku usaha untuk menerapkan IPAL.

Apabila pabrik tahu harus menerapkan IPAL pada pabrik tahu untuk mempertahankan baku mutu air limbah sesuai dengan Peraturan Gubernur Provinsi DKI Jakarta mengenai baku mutu air limbah, maka alternatif yang dapat dipilih oleh pabrik tahu adalah menggunakan IPAL tipe HK 10. Pabrik tahu dengan IPAL terpadu tipe HK 10 diketahui memiliki tambahan total biaya yang paling kecil dibandingkan tipe IPAL lainnya. Akan tetapi, alternatif tersebut juga sepertinya akan sulit direalisasikan di DKI Jakarta, dimana lokasi pabrik tahu saat ini tersebar di berbagai wilayah, sedangkan IPAL tipe HK 10 dapat dibangun jika ada 10 pabrik tahu yang berdekatan. Selain itu, IPAL terpadu tipe HK 10 memerlukan lahan seluas 23,38 m<sup>2</sup> (Tabel 4), sedangkan ketersediaan lahan di DKI Jakarta juga sudah sangat terbatas dan juga mahal. Dengan demikian, penggunaan IPAL terpadu tipe HK 10 pun akan semakin sulit untuk direalisasikan, terutama untuk pabrik tahu di wilayah DKI Jakarta.

Seperti yang disampaikan sebelumnya bahwa penggunaan IPAL tidak memberikan tambahan manfaat secara finansial karena tidak berhubungan dengan proses produksi pabrik tahu. Namun demikian bukan berarti penggunaan IPAL tidak bisa dilakukan. Ada upaya yang bisa dilakukan agar penggunaan IPAL dapat memberikan manfaat secara finansial (benefit) bagi pelaku usaha, yakni dengan memberikan harga yang lebih tinggi pada produk tahu yang dihasilkan. Di beberapa negara lain, konsumen mau membayar lebih untuk produk-produk yang memperhatikan lingkungan sekitar (Sánchez-Bravo *et al.* 2020). Hasil analisis menunjukkan bahwa pabrik tahu dapat meningkatkan harga jual tahu sekitar 1,26-2,82 persen dari harga awal, *ceteris paribus* agar *Net Benefit/Cost* yang diterima sama dengan sebelum menggunakan IPAL.

#### ANALISIS NILAI PENGGANTI (SWITCHING VALUE)

Kondisi perekonomian tidak selalu stabil dan sewaktu-waktu dapat berubah. Seperti perubahan harga kedelai yang terjadi dari waktu ke waktu dan perubahan pada peraturan upah minimum. Harga kedelai mengalami fluktuasi pada tiga tahun terakhir. Pada Januari 2020 sempat menurun, namun kembali meningkat pada Januari 2021 dan 2022 (Kemendag, 2022). Pada Desember 2021, terjadi perubahan peraturan upah minimum provinsi DKI Jakarta yang meningkat sebesar 5,1 persen. Perubahan-perubahan tersebut berpengaruh pada beban biaya pabrik tahu dan memengaruhi kondisi kelayakan finansial pabrik tahu dengan penggunaan IPAL.

Pada penjelasan sebelumnya, telah dijelaskan bahwa pabrik tahu dengan IPAL masih layak secara finansial, namun nilai untuk masing-masing kriteria kelayakan menurun setelah adanya penerapan IPAL pada pabrik tahu. Hal tersebut disebabkan tambahan biaya penggunaan IPAL lebih besar daripada tambahan manfaat yang diterima pabrik tahu. Jika terjadi peningkatan biaya operasional pabrik tahu, maka penerapan IPAL akan

semakin terhambat. Oleh karena itu, analisis *switching value* diperlukan untuk mengetahui batas maksimum perubahan harga bahan baku kedelai dan upah tenaga kerja.

Pabrik tahu dengan IPAL memiliki kemampuan yang berbeda-beda sesuai dengan tipe IPAL yang digunakan. Hasil analisis menunjukkan bahwa pabrik tahu dengan IPAL masih layak untuk dijalankan apabila harga kedelai tidak naik melebihi 23,24 persen hingga 24,24 persen, *ceteris paribus*. Pabrik tahu dengan IPAL juga masih layak untuk dijalankan apabila upah tenaga kerja tidak naik melebihi 235,58 persen hingga 241,42 persen, *ceteris paribus* (Tabel 8).

**Tabel 8. Hasil Analisis Nilai Pengganti (Switching Value)**

Uraian	Persentase Perubahan Harga Kedelai (%)	Persentase Perubahan Upah Tenaga Kerja (%)
Tanpa IPAL	25,08	246,33
HK 1 <sup>a)</sup>	23,24	235,58
HK 3 <sup>b)</sup>	23,92	239,55
HK 5 <sup>c)</sup>	24,00	240,04
HK 10 <sup>d)</sup>	24,24	241,42

Keterangan:

<sup>a)</sup> HK 1 = Pabrik tahu dengan IPAL mandiri tipe HK 1;

<sup>b)</sup> HK 3 = Pabrik tahu dengan IPAL terpadu tipe HK 3;

<sup>c)</sup> HK 5 = Pabrik tahu dengan IPAL terpadu tipe HK 5;

<sup>d)</sup> HK 10 = Pabrik tahu dengan IPAL terpadu tipe HK 10.

Apabila dibandingkan, pabrik tahu dengan IPAL lebih sensitif terhadap perubahan harga kedelai daripada perubahan upah tenaga kerja. Pada biaya operasional, biaya bahan baku kedelai memiliki proporsi terbesar yakni sekitar 70 persen. Sedangkan proporsi biaya upah tenaga kerja hanya sekitar 12 persen (Tabel 3). Jika dibandingkan dengan pabrik tahu tanpa IPAL, maka tentu pabrik tahu dengan IPAL lebih sensitif terhadap perubahan. Pabrik tahu tanpa IPAL mampu menghadapi perubahan harga kedelai dan upah tenaga kerja maksimum sebesar 25,08 persen dan 246,33 persen. Nilai tersebut lebih besar daripada nilai persentase perubahan harga kedelai dan upah tenaga kerja maksimum pada pabrik tahu dengan IPAL.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat disimpulkan bahwa penerapan IPAL pada pabrik tahu layak secara finansial. Namun demikian, nilai untuk masing-masing kriteria kelayakan menurun (NPV, IRR, Net B/C, dan *payback periode*) setelah adanya penerapan IPAL pada pabrik tahu. Hal tersebut disebabkan tambahan biaya penggunaan IPAL lebih besar daripada tambahan manfaat (penerimaan) yang diterima pabrik tahu.

Pembangunan instalasi IPAL pada pabrik tahu bisa menambahkan benefit secara finansial apabila pabrik tahu menerima insentif atau tambahan penghasilan dari kenaikan harga jual tahu putih sebesar 1,26 persen hingga 2,82 persen, *ceteris paribus*. Selain itu, pabrik tahu juga akan mendapatkan manfaat bersih lebih tinggi jika harga kedelai dapat turun menjadi Rp. 9.521/kg hingga Rp. 9.787/kg, *ceteris paribus*.

Apabila pabrik tahu harus menerapkan IPAL untuk mempertahankan baku mutu air limbah sesuai dengan Peraturan Gubernur Provinsi DKI Jakarta mengenai baku mutu air limbah, maka alternatif yang dapat dipilih oleh pabrik tahu adalah menggunakan IPAL tipe HK 10. Pabrik tahu dengan IPAL terpadu tipe HK 10 diketahui memiliki tambahan total biaya yang paling kecil dibandingkan tipe IPAL lainnya.

### SARAN

Pemerintah harus merelokasi pabrik tahu yang saat ini ada di DKI Jakarta, sehingga pembangunan instalasi IPAL tipe HK 10 dapat direalisasikan untuk memenuhi baku mutu air limbah industri tahu. Selain itu, perlu ada insentif bagi pabrik tahu yang membangun instalasi IPAL secara mandiri ataupun terpadu guna menekan pencemaran lingkungan akibat air limbah pabrik tahu.

Penelitian lain perlu dilakukan untuk mengetahui lebih lanjut mengenai kesediaan konsumen membayar tahu dengan harga lebih tinggi jika pabrik tahu menggunakan

IPAL sebagai bentuk upaya pencegahan pencemaran lingkungan. Diharapkan hasil penelitian tersebut nantinya dapat menggambarkan insentif yang diterima pelaku usaha apabila menerapkan IPAL pada industri pabrik tahu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ammatillah, C. S., Maharani, W. S., Mayasari, K. (2018). Karakteristik dan Pendapatan Usaha Industri Kecil Tahu di DKI Jakarta. *Buletin Pertanian Perkotaan*, 8(2), 1 - 11. <http://repository.pertanian.go.id/handle/123456789/11445>
- Amalia, P. 2002. Studi kelayakan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Pasar Rejomulyo Kecamatan Semarang Timur Kota Semarang [skripsi]. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Aydra, M.D., Kuswardani, A.A., Lubis, M.M. (2020). Analisis Kelayakan Usaha Tahu Mandiri Desa Kotangan Kecamatan Galang Kabupaten Deli Serdang. *Jurnal Ilmiah Pertanian (JIPERTA)*, 2(1), 98-108.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2019. Kepadatan Penduduk Menurut Provinsi (jiwa/km<sup>2</sup>) 2015 - 2019. Badan Pusat Statistik. Jakarta.
- Gittinger, J. P. 1982. *Economic Analysis of Agricultural Projects*. 2<sup>nd</sup> edition. Baltimore: The Johns Hopkins University Press.
- Harahap, A.F. 2022. Analisis biaya produksi dan pendapatan usaha tahu pada industri rumah tangga Tahu Djadi Sari Kota Bogor [skripsi]. Jakarta ID: UIN Syarif Hidayatullah
- Herlambang, A., Susanto, J. P., Indriatmoko, R. H., Said, N. I., Rahardjo, P.N., Rahayu, S., Setiyono, Mulyanto, A., Ganepat, S.P., Marsidi, R. 2002. *Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri*. Jakarta: BPPT dan Bapedalda Kota Semarang
- Kaswinarni F. 2007. Kajian teknis pengolahan limbah padat dan cair industri tahu (Studi Kasus Industri Tahu Tandang Semarang, Sederhana Kendal, dan Gagak Sipat Boyolali) [tesis]. Semarang: Universitas Diponegoro.
- [Kemendag] Kementerian Perdagangan. 2022. Analisis Perkembangan Harga Bahan Pangan Pokok di Pasar Domestik dan Internasional. Kementerian Perdagangan. Jakarta.
- Pamungkas, A. W., dan Slamet, A. (2017). Pengolahan Tipikal Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Tahu di Kota Surabaya. *J Tek ITS*, 6(2). 10.12962/j23373539.v6i2.24585.
- Prastiwi, D. 2022. Analisis struktur biaya, pendapatan, dan profitabilitas usaha produksi tahu kasus di UKM Wahyu Utama, Gunung Putri, Kabupaten Bogor [skripsi]. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah
- Prihatiningsih, T., Haryono. (2019). Analisis Kelayakan Pengoperasian Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) CV Proma Tun Probolinggo. *Jurnal Penelitian Ilmu Teknik dan Terapan*, 10(1), 26 - 34. <https://doi.org/10.48056/jintake.v10i1.49>
- Putra, M. F., Usman, R., Rusmiland, R. (2017). Analisis Kelayakan Investasi Pembelian Mesin Filter Press untuk Pengurangan Limbah Sludge. *Jurnal String*, 2(2), 142 - 150. <http://dx.doi.org/10.30998/string.v2i2.2100>
- Putri, T. A., Kusnadi, N., Rachmina, D. (2013). Kinerja Usaha Penggilingan Padi, Studi Kasus Tiga Usaha Penggilingan Padi di Cianjur, Jawa Barat. *Jurnal Agribisnis Indonesia*, 1(2), 143-154. <https://doi.org/10.29244/jai.2013.1.2.143-154>
- Republik Indonesia. 2009. Peraturan Menteri Keuangan Nomor 96/PMK.03/2009 Tentang Jenis-Jenis Harta yang Termasuk dalam Kelompok Harta Berwujud Bukan Bangunan Untuk Keperluan Penyusutan. Jakarta: Kementerian Keuangan.

- Republik Indonesia. 2013. Peraturan Gubernur Provinsi Daerah Khusus Ibukota Jakarta Nomor 69 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Kegiatan Dan/Atau Usaha. Jakarta: Pemerintah Daerah Khusus Ibukota Jakarta.
- Republik Indonesia. 2021. Peraturan Gubernur Daerah Khusus Ibukota Jakarta Nomor 17 Tahun 2021 Tentang Penetapan Nilai Jual Objek Pajak Bumi dan Bangunan Perdesaan dan Perkotaan Tahun 2021. Jakarta: Pemerintah Daerah Khusus Ibukota Jakarta.
- Republik Indonesia. 2021. Peraturan Pemerintah Nomor 7 Tahun 2021 Tentang Kemudahan, Perlindungan, dan Pemberdayaan Koperasi dan Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah. Jakarta: Kementerian Keuangan.
- Republik Indonesia. 2021. Peraturan Pemerintah Nomor 36 Tahun 2021 Tentang Pengupahan. Jakarta: Badan Pemeriksa Keuangan.
- Republik Indonesia. 2021. Undang-undang Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2021 Tentang Harmonisasi Peraturan Perpajakan. Jakarta: Badan Pemeriksa Keuangan.
- Romli, M., dan Suprihatin. (2009). Beban Pencemaran Limbah Cair Industri Tahu dan Analisis Alternatif Strategi Pengolahannya. *J Purifikasi*, 10(2), 141 - 154.  
<https://doi.org/10.12962/j25983806.v10.i2.174>
- Said, N.A., Ma'ruf, A., Delfitriani. (2020). Analisis Kelayakan Usaha Produksi Tahu Sumedang (Studi Kasus di Pabrik Tahu XY Kecamatan Conggeang). *Jurnal Agroindustri Halal*, 6(1), 105-113.
- Shaffitri, L.R., Syaukat, Y., Ekayani, M. (2015). Peranan BUMDes dalam Pengelolaan Limbah Cair Tahu dengan Pemanfaatan Biogas. *Risalah Kebijakan Pertanian dan Lingkungan*, 2(2): 137-143.
- Schiper, L.A., Taufik, I. 2023. Analisa Perbandingan Biaya Pembuatan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Individu dan Komunal. *Jurnal Teknik Sipil Cendekia*, 4(1).  
<https://doi.org/10.51988/jtsc.v4i1.127>
- Suhdi. 2015. Analisis Pendapatan dan Kelayakan Usaha Industri Tahu "DANI" di Kota Palu. *Agroland*, 22(2), 169-174.
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian. (2019). Kedelai. *Bul Konsumsi Pangan*, 9(1), 32-42.