

# Pra Desain Pabrik Tepung Glukomanan dari *Chips* Porang (*Amorphophallus oncophyllus*) dengan Metode Kombinasi Purifikasi Mekanis dan Kimiawi Bertingkat dengan Menggunakan Ethanol

Rosyida Nofiana Arofah, Muhammad Abiyyan Zaki, Siti Nurkhamidah dan Susianto  
Departemen Teknik Kimia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
*e-mail*: dst\_eureka@yahoo.co.uk

**Abstrak**—Pabrik tepung glukomanan dilakukan melalui proses purifikasi secara mekanis dan kimiawi. Pabrik tepung glukomanan direncanakan untuk berjalan dengan kapasitas 3.000 ton/tahun sepanjang 330 hari per tahun. Bahan baku yang digunakan adalah *chips* porang. Pabrik ini direncanakan akan dibangun di Kabupaten Madiun, Jawa Timur. Purifikasi mekanis dan kimiawi dilakukan pada suhu 30°C dan pada tekanan 1 atm menggunakan tangki berpengaduk. Dari studi evaluasi ekonomi pabrik ini, didapatkan penaksiran modal (CAPEX) sebesar Rp313.263.377.108; biaya operasional (OPEX) sebesar Rp359.811.485 per ton produk. Berdasarkan analisa ekonomi, dapat disimpulkan bahwa pabrik tepung glukomanan dengan kapasitas 3.000 ton/tahun adalah beresiko rendah dan layak secara ekonomis. Berdasarkan analisa ekonomi terhadap pabrik ini menunjukkan laju pengembalian modal (IRR) didapatkan sebesar 18,8% dengan bunga pinjaman 8% per tahun. Waktu pengembalian modal (POT) selama 3 Tahun. NPV yang didapatkan juga bernilai positif yaitu Rp164.415.903.554. Dari data analisa kelayakan di atas disimpulkan bahwa pabrik ini menguntungkan dan layak untuk didirikan.

**Kata Kunci**—*Chips* Porang, Kimiawi, Mekanis, Tepung Glukomanan.

## I. PENDAHULUAN

PEMERINTAH pusat maupun daerah di Indonesia saat ini terus berupaya memajukan sektor industri sebagai jalan ke arah perkembangan ekonomi yang lebih maju. Salah satu industri yang terus didorong perkembangannya adalah agroindustri. Agroindustri dapat digambarkan sebagai suatu kegiatan industri yang menggunakan hasil pertanian sebagai bahan baku dan mengembangkan serta menyediakan peralatan dan jasa untuk kegiatan tersebut. Hal ini tentu saja dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat Indonesia mengingat Indonesia merupakan negara agraris dengan penduduk yang bekerja di sektor pertanian menembus angka 40,6 juta penduduk yang mengisi 29,96% dari total 135,61 juta penduduk bekerja pada Februari 2022 [1]. Selain itu, agroindustri dinilai mampu membantu memenuhi kebutuhan pangan penduduk di tengah pertumbuhan penduduk yang terus meningkat.

Komoditas yang berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai pemenuh kebutuhan pangan selain beras adalah tepung. Saat ini jenis tepung yang banyak digunakan dalam olahan makanan adalah tepung terigu. Pada tahun 2007, tingginya permintaan tepung terigu per kapita yang mencapai 17,1 kg. Tingginya permintaan ini tidak diiringi dengan produksi yang memadai. Terlihat bahwa sepanjang Januari hingga Juni tahun 2010, impor tepung terigu menyentuh angka 338.992

Tabel 1.  
Komposisi Bahan Baku *Chips* Porang

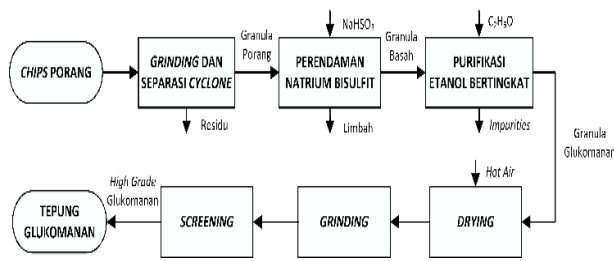
| Komponen        | Kadar (%) |
|-----------------|-----------|
| Air             | 12,00     |
| Abu             | 6,43      |
| Protein         | 4,85      |
| Lemak           | 0,11      |
| Serat           | 13,17     |
| Pati            | 40,31     |
| Kalsium Oksalat | 1,00      |
| Glukomanan      | 21,66     |
| Logam           | 0,47      |

Tabel 2.  
Mutu Tepung Glukomanan

| Kriteria               | Utama        | Mutu I    | Mutu II    |
|------------------------|--------------|-----------|------------|
| Berat per kemasan (kg) | 20           | 20        | 20         |
| Kadar air (%)          | < 12         | < 14      | < 14       |
| Tingkat kehalusan      | 60 – 80 mesh | > 60 mesh | > 40 mesh  |
| Warna                  | Putih bersih | Putih     | Agak putih |
| Bahan tambahan         | Negatif      | Negatif   | Negatif    |
| Residu sulfat (g/kg)   | < 0,6        | < 0,6     | < 0,6      |

ton. Selain itu, bahan dasar tepung terigu yakni gandum belum mampu dipasok dari pertanian gandum dalam negeri. Akhirnya, angka impor gandum mencapai angka 2,25 juta ton sepanjang Januari hingga Juni tahun 2010. Sementara pada tahun 2021, impor biji gandum dan meslin sudah menyentuh angka 10,3 juta ton dengan nilai USD 2,6 miliar. Meskipun harganya terjangkau, tepung terigu juga dinilai kurang baik bagi kesehatan tubuh. Hal ini karena kandungan gluten yang terdapat dalam tepung terigu dapat menyebabkan alergi dan intoleransi. Selain itu, kandungan gluten juga dapat menyebabkan diabetes.

Komoditas yang berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai pemenuh kebutuhan pangan pengganti tepung terigu adalah umbi porang yang dapat diolah menjadi tepung glukomanan. Porang adalah tanaman yang menghasilkan karbohidrat, lemak, protein, mineral, vitamin, dan serat pangan. Beberapa tahun terakhir tanaman porang menjadi populer karena keunggulannya yang toleran terhadap naungan sehingga dapat dibudidayakan di lahan hutan industri, mudah dibudidayakan, mempunyai produktivitas tinggi, hama dan penyakit yang menyerang relatif sedikit, serta permintaan pasar yang baik dan nilai ekonomi yang tinggi.



Gambar 1. Proses Produksi Tepung Glukomanan.

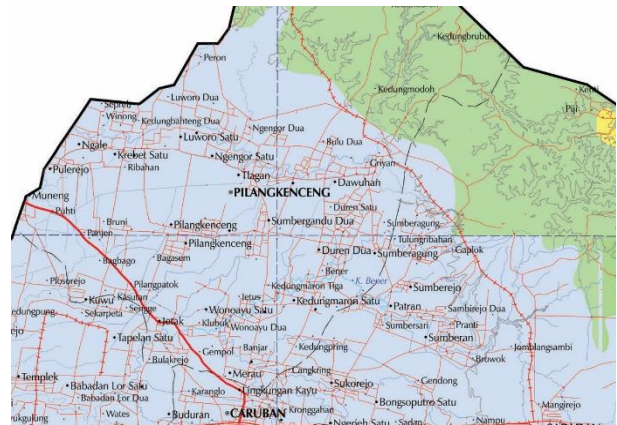
Tabel 3. Parameter Perbandingan Metode Proses Purifikasi

| Kriteria                     | Metode Kering       | Metode Basah (Ethanol)  | Metode Basah-Kering (Ethanol) |
|------------------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Warna                        | Kecokelatan         | Putih                   | Putih                         |
| Bau                          | Amis seperti sulfur | Sedikit seperti ethanol | Sedikit seperti ethanol       |
| Waktu Operasi                | 5-6 jam             | 4-5 jam                 | 3-4 jam                       |
| Viskositas (mPa.s) (minimum) | 8.000               | 22.000                  | 28.000                        |
| Kadar Glukomanan (%) minimum | 60                  | 75                      | 78                            |
| Kadar Air (%) (maksimal)     | 13                  | 11                      | 10                            |
| Pengotor (%)                 | 6                   | 4,5                     | 3                             |

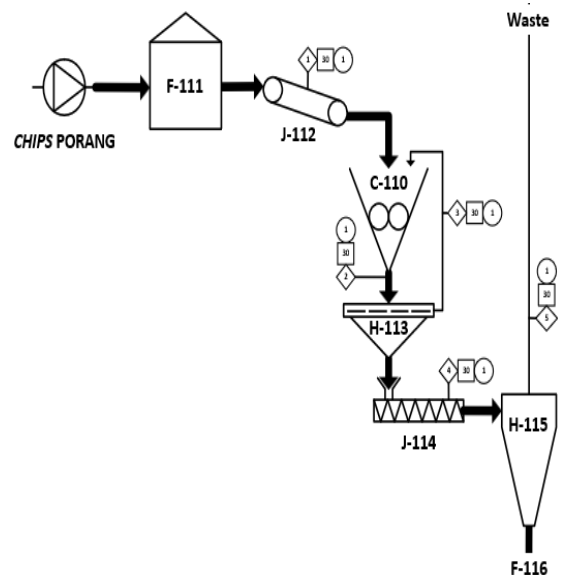
Menurut Kementerian Perindustrian (2021), pada tahun 2020, produksi umbi porang di Indonesia mencapai 142.000 ton dari luas lahan sebesar 19.950 Ha, dan ditargetkan pada tahun 2024 produksi umbi porang akan mencapai 600.000 ton dari luas lahan sebesar 100.000 Ha. Saat ini, terdapat 13 perusahaan yang menghasilkan *chips* porang dengan total produksi 22.833 ton per tahun, dan 6 industri pengolah porang yang mampu memproduksi tepung glukomanan dengan total produksi 1.180 ton per tahun.

Komponen karbohidrat pada umbi porang (*Amorphopallus onchopillius* Prain.) terdiri atas pati, glukomanan, serat kasar, dan gula reduksi. Adanya kandungan glukomanan dalam kadar yang relatif tinggi merupakan ciri utama dari umbi porang hingga 55% [2]. Kandungan glukomanan mampu menurunkan kadar kolesterol total. Glukomanan memiliki sifat serat yang menyerap air. Serat tersebut dapat mengikat garam empedu di lumen usus. Lebih dari 95% garam empedu biasanya diserap ke dalam darah untuk didaur ulang, dan dikembalikan ke hati. Serat ini menghambat proses daur ulang dan garam empedu akan dikeluarkan melalui feses, sehingga hanya sedikit garam empedu yang dikembalikan ke hati. Dengan demikian, hati akan mendapat stimulus untuk membentuk garam empedu yang baru dan akan menggunakan kolesterol dari darah sebagai penyusunnya. Semakin banyak garam empedu yang terbentuk, maka kolesterol yang beredar dalam darah akan semakin menurun.

Tepung glukomanan merupakan tepung porang yang sudah dimurnikan lebih lanjut sehingga memiliki kadar glukomanan yang lebih tinggi. Dalam produk tepung digunakan dalam pembuatan mie dan pasta dan berfungsi dalam meningkatkan elastisitas. Glukomanan memiliki sifat yang larut dalam air



Gambar 2. Lokasi Pendirian Pabrik Tepung Glukomanan di Kawasan Industri Pilangkenceng, Kabupaten Madiun, Jawa Timur.



Gambar 3. Unit Reduksi Ukuran dan Purifikasi Mekanis terdiri dari Gudang Bahan Buku (F-111), Screw Conveyor (J-112), Crusher (C-110), Screener (H-113), Screw Conveyor (J-114), dan Cyclone Separator (H-115).

dan memebentuk massa ya. Tepung glukomanan juga dapat membentuk gel yang bersifat stabil dan irreversible sehingga dapat dimanfaatkan pada pembuatan makanan seperti kue, roti, sosis, dan bakso. Namun, glukomanan juga dapat membentuk gel yang bersifat reversible sehingga dapat digunakan dalam pembuatan permen lunak, jeli, selai, yogurt, puding, dan es krim sebagai pengganti gelatin [3]. Namun, kendala dalam pengolahan umbi porang adalah kandungan kalsium oksalat yang cukup tinggi sekitar 0,19% berat yang dapat menyebabkan rasa gatal jika dikonsumsi langsung, iritasi pada kulit, serta pengkristalan pada ginjal [4].

Berdasarkan permasalahan tersebut, pendirian Pabrik Tepung Glukomanan didesain untuk memanfaatkan komoditas umbi porang sebagai tepung glukomanan. Pemanfaatan porang dianggap potensial karena pemanfaatan porang sendiri dalam industri pangan ataupun non pangan masih sangat kurang. Selain itu, industri pengolahan tepung ini efektif memberi nilai tambah pada umbi porang dan menjadi substitusi tepung terigu. Penentuan kapasitas produksi Pabrik Tepung Glukomanan yang akan beroperasi pada tahun 2026 didasarkan pada kebutuhan pasar dari data supply-demand dan mempertimbangkan kebutuhan pasar

serta ketersediaan bahan baku diperoleh kapasitas produksi sebesar 3000 ton/tahun yang merupakan 5% dari keseluruhan kebutuhan tepung glukomanan di Indonesia.

Dalam pembuatan tepung glukomanan, bahan baku utama adalah *chips* porang dengan kandungan yang disajikan pada Tabel 1. Sementara bahan tambahan selain *chips* porang yang dibutuhkan adalah etanol 95% yang memiliki fungsi melarutkan zat lain selain glukomanan, utamanya oksalat dan juga natrium bisulfit yang digunakan untuk mencegah pencoklatan. Produk tepung glukomanan yang dihasilkan harus memenuhi kriteria mutu tepung glukomanan yang digunakan dalam bahan baku konnyaku yang ditetapkan oleh Asosiasi Konnyaku Jepang disajikan dalam Tabel 2.

Secara garis besar, proses produksi tepung glukomanan sama dengan proses produksi tepung pada umumnya dengan menggunakan bahan baku berupa *chips* porang yang telah diolah dari umbi porang. Jika dibandingkan dengan dengan tepung porang, kadar glukomanan pada tepung glukomanan lebih tinggi sehingga dapat dikatakan bahwa tepung glukomanan melalui proses pemurnian lebih lanjut yang tertera pada Gambar 1.

Produksi tepung glukomanan dilakukan dengan mengecilkan ukuran *chips* porang. Untuk meningkatkan kemurnian glukomanan dalam tepung, dilakukan dua metode purifikasi, yaitu secara mekanis (kering) dan kimiawi (basah). Pemilihan metode ini didasarkan pada beberapa parameter yang disajikan pada Tabel 3. *Chips* porang yang sudah mengalami reduksi ukuran kemudian dipisahkan dari komponen oksalat yang terdapat pada permukaan *chips* porang secara mekanis dengan menggunakan prinsip perbedaan massa jenis. Untuk menghilangkan kandungan lain yang tidak diinginkan yang terikat dalam matriks, dilakukan pemurnian secara kimiawi dengan menggunakan etanol karena solubilitasnya yang tinggi terhadap oksalat dibandingkan dengan jenis alkohol lainnya. Pemurnian secara kimiawi dilakukan secara bertingkat dilakukan dengan meningkatkan konsentrasi etanol secara bertahap untuk memberikan polaritas yang berbeda sehingga impuritas dengan tingkat polaritas yang berbeda dapat terlarutkan. Penyeleksian proses produk yang tepat perlu dilakukan untuk mendapatkan produk dengan kualitas terbaik dengan alur proses yang efisien serta ekonomis. Seleksi proses dilakukan untuk setiap proses yang terjadi dalam alur produksi tepung glukomanan dari *chips* porang hingga menjadi produk tepung glukomanan.

Pemilihan lokasi pabrik mempertimbangkan faktor ketersediaan bahan baku, lokasi pemasaran, ketersediaan utilitas, sumber tenaga kerja, hukum dan peraturan yang berlaku hingga iklim dan topografi, sehingga diperoleh lokasi Pra Desain Pabrik Tepung Glukomanan akan dibangun di Kawasan Industri Pilangkencong di Kabupaten Madiun, Jawa Timur. Dengan waktu operasi 330 hari kerja/tahun dan waktu kerja pabrik 24 jam/hari. Gambar 2 merupakan peta lokasi pendirian Pabrik Tepung Glukomanan.

## II. URAIAN PROSES

### A. Reduksi Ukuran dan Purifikasi Mekanis

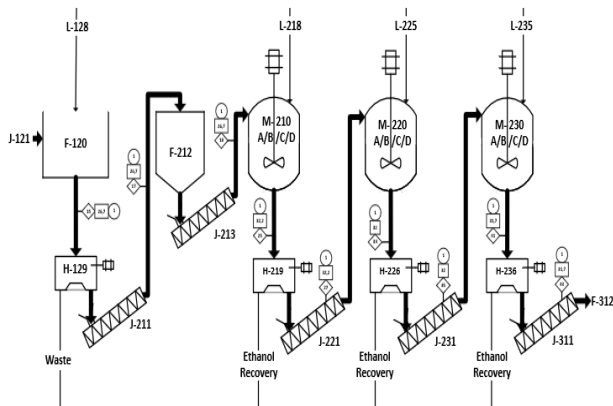
Tahap pertama yaitu bahan baku *chips* porang disimpan di dalam Gudang penyimpanan bahan baku (F-111). Bahan

baku dilakukan penyimpanan terlebih dahulu agar dapat memenuhi kapasitas produksi. *Chips* kemudian disalurkan dengan *conveyor belt* (J-112) untuk dihancurkan atau ditepungkan hingga  $\leq 40$  mesh dengan menggunakan *crusher* (C-110). Pada proses penggilingan terjadi penumbukan antar *chips* porang sehingga komponen non-glukomanan akan pecah atau hancur. Selain itu, proses ini juga dapat menurunkan kandungan kalsium oksalat pada tepung porang [5]. Proses ini dapat membantu mengurangi keberadaan kalsium oksalat yang berada permukaan dari *chips* porang. Pengecilan ukuran dimaksudkan untuk memperluas area permukaan yang berkontak dengan *solvent* yang akan melarutkan oksalat untuk proses pemurnian lebih lanjut. *Chips* porang digiling hingga berukuran 40 mesh atau lebih kecil dengan bantuan *screener* (H-113), *chips* porang yang telah sesuai ukurannya akan lanjut ke proses selanjutnya sementara *chips* yang belum sesuai ukuran akan dikembalikan ke *crusher* (C-110) hingga ukurannya sesuai.

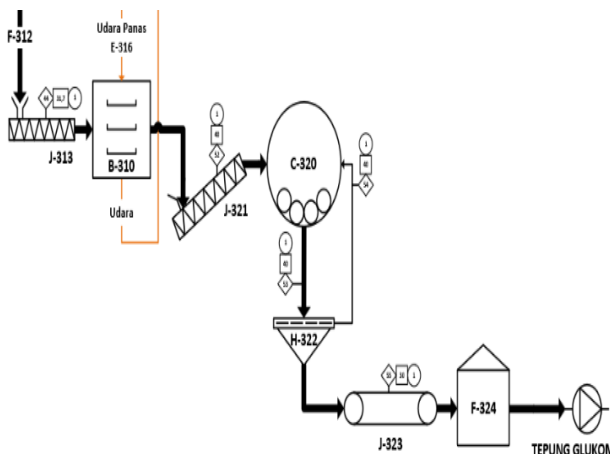
Setelah dilakukan penggilingan oleh *crusher* (C-110), selanjutnya *chips* porang dipindahkan dengan *screw conveyor* (J-114) untuk selanjutnya dilakukan reduksi kandungan non-glukomanan yaitu oksalat menggunakan *cyclone separator* (H-115). Komponen tepung yang lebih berat (glukomanan) akan terpisah dari tepung kering yang sudah hancur (fase ringan atau oksalat). Pemisahan komponen dilakukan dengan metode hembusan menggunakan aliran udara yang bergerak menggunakan *cyclone separator* untuk memisahkan kadar pengotor yang tidak diinginkan seperti kalsium oksalat dari tepung glukomanan. *Cyclone separator* adalah alat yang menggunakan prinsip gaya sentrifugal dan tekanan rendah karena adanya perputaran untuk memisahkan materi berdasarkan perbedaan massa jenis, ukuran, dan bentuk [6]. Fraksi berat sebagian besar akan turun ke bawah akibat pengaruh gravitasi dan fraksi ringannya akan dihembus keluar *cyclone*. Fraksinasi ini diharapkan dapat meningkatkan kemurnian glukomannan dalam tepung porang. Komponen pengotor (kalsium oksalat, pati, protein, dan lain lain) yang cukup tinggi pada fraksi ringannya akan dibuang dan fraksi berat yang didominasi oleh glukomanan akan ditampung [7]. *Chips* yang telah dilakukan pengecilan ukuran akan dikirimkan ke tangki penyimpanan sementara (F-116). Unit dari proses reduksi ukuran dan purifikasi mekanis tertera pada Gambar 3.

### B. Purifikasi Kimiawi Glukomanan

Tepung porang kemudian diumpungkan ke bak perendaman (F-120) menggunakan *screw conveyor* (J-121). Di dalam bak perendaman (F-120), proses pengontakan tepung porang basah dengan Natrium bisulfit. Natrium bisulfit dalam bentuk padatan disimpan terlebih dahulu dalam Gudang Penyimpanan (F-122) untuk selanjutnya ditampung dalam *hopper & bin* (F-123) sebelum selanjutnya dilarutkan dengan air proses dalam *mixing tank* (M-125) dan disimpan dalam tangki penyimpanan natrium bisulfit (F-127). Tepung porang pertama direndam dalam larutan natrium bisulfit 1% selama 1 jam. Penambahan natrium bisulfit sebelum proses pemurnian lanjutan menggunakan etanol dapat meningkatkan derajat putih tepung porang sehingga memenuhi standar mutu pangan, dengan cara mencegah efek



Gambar 4. Unit Purifikasi Kimiawi terdiri dari Bak Perendaman Natrium Bisulfit (F-120), *Centrifuge* (H-129), *Mixing Tank Ethanol 50%* (M-210), *Centrifuge* (H-219), *Mixing Tank Ethanol 60%* (M-220), *Centrifuge* (H-226), *Mixing Tank Ethanol 70%* (M-230), dan *Centrifuge* (H-236).



Gambar 5. Unit Pengeringan dan Penepungan terdiri dari *Tunnel Dryer* (B-310), *Ball Mill* (C-320), *Screener* (H-322), dan Gudang Produk (F-324).

pengcoklatan [8]. Pada proses perendaman dengan natrium bisulfit, dihasilkan residu sulfat dalam bentuk sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>). Pada penambahan natrium bisulfit 1%, dihasilkan residu sulfat. Setelah perendaman, endapan glukomanan dalam bentuk slurry dialirkan ke *centrifuge* (H-129) untuk memisahkan larutan natrium bisulfit dan endapan porang. Residu sulfat yang tercampur dengan endapan glukomanan dapat dilarutkan dalam ethanol pada proses berikutnya karena residu sulfat (SO<sub>2</sub>) memiliki solubilitas dalam ethanol sekitar 30–45 gram SO<sub>2</sub> per 100 gram ethanol. Endapan porang yang telah terpisahkan selanjutnya akan dimurnikan dengan ethanol bertingkat. Pencucian tepung porang dengan ethanol akan melarutkan senyawa-senyawa selain glukomanan karena ethanol memiliki kepolaran yang tinggi. Pemurnian dilakukan dalam tiga tingkatan karena perbedaan konsentrasi ethanol yang digunakan memungkinkan komponen tertentu untuk larut berdasarkan polaritasnya. Semakin tinggi konsentrasi ethanol yang digunakan maka tingkat kepolarannya akan semakin menurun, sehingga memungkinkan komponen-komponen non-polar dapat larut. Ethanol berperan sebagai anti-pelarut glukomanan dan juga membantu dalam penghilang kontaminan. Hal ini karena glukomanan tidak larut dalam ethanol, tetapi larut dalam air. Sementara, komponen non-glukomanan dapat larut dalam ethanol.

Tabel 4. Komponen Tepung Glukomanan

| Komponen   | Kadar (%) |
|------------|-----------|
| Air        | 0,0900    |
| Protein    | 0,0233    |
| Serat      | 0,0230    |
| Glukomanan | 0,8637    |

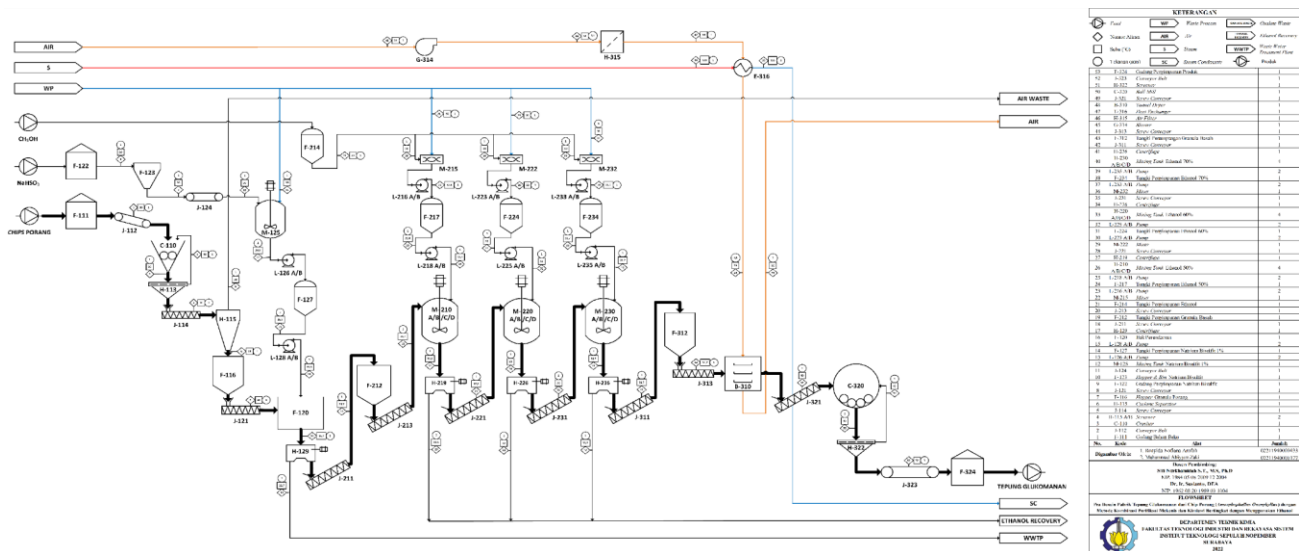
Tabel 5. Analisa Kelayakan Pendirian Pabrik dari Aspek Ekonomi

| Parameter                       | Nilai                      |
|---------------------------------|----------------------------|
| <i>Total Capital Investment</i> | Rp 358.780.848.645         |
| Biaya Produksi                  | Rp 949.916.650.099/tahun   |
| Hasil Penjualan                 | Rp 1.140.000.000.000/tahun |
| Laba Bersih                     | Rp 190.083.439.901/tahun   |
| <i>Internal Rate of Return</i>  | 18,8%                      |
| <i>Break Even Point</i>         | 53%                        |
| <i>Pay Out Time</i>             | 3 Tahun                    |

Larutan ethanol dengan konsentrasi 95% disimpan dalam tangki penyimpanan (F-214) untuk selanjutnya dilarutkan dengan air proses sehingga mendapatkan konsentrasi yang dibutuhkan untuk purifikasi dengan masing-masing konsentrasi sebesar 50%, 60%, dan 70%. Setelah dilarutkan dengan *static mixer* (M-215, M-222, dan M-232) selanjutnya masing-masing konsentrasi disimpan dalam tangki penyimpanan, untuk ethanol 50% dalam F-217, ethanol 60% dalam F-224, dan ethanol 70% dalam F-234 sebelum dialirkan ke masing-masing tangki berpengaduk untuk purifikasi glukomanan.

Kadar air tepung porang mampu menambahkan polaritas pada larutan ethanol sehingga pengotor polar seperti protein dan gula lebih mudah larut. Pada tahap kedua, dengan konsentrasi ethanol yang lebih tinggi, kadar air dalam tepung porang menurunkan konsentrasi ethanol menjadi polaritas sedang yang menyebabkan pati larut. Sedangkan pada tahap ketiga, polaritas rendah karena tingginya konsentrasi ethanol menyebabkan lemak, serat kasar, dan kalsium oksalat terlarut [9].

Endapan porang dialirkan ke tangki berpengaduk (M-210) untuk pemurnian ethanol 50% selama 4 jam dimana dengan ethanol 50% akan melarutkan protein. Setelah pencucian dan agitasi selama 4 jam, selanjutnya ethanol dan endapan glukomanan yang berbentuk *slurry* dipisahkan dengan *centrifuge* (H-219). Endapan glukomanan yang telah terpisah selanjutnya dipindahkan dengan *screw conveyor* (J-221) untuk pemurnian selanjutnya dengan ethanol 60% selama 4 jam dalam tangki berpengaduk (M-220). Pada purifikasi yang kedua dengan ethanol 60% akan melarutkan pati dalam endapan glukomanan. Setelah pencucian dan agitasi selama 4 jam, selanjutnya ethanol dan endapan glukomanan yang berbentuk *slurry* dipisahkan dengan *centrifuge* (H-226). Endapan glukomanan yang telah terpisah selanjutnya dipindahkan dengan *screw conveyor* (J-231) untuk pemurnian terakhir dengan ethanol 70% selama 4 jam dalam tangki berpengaduk (M-230). Pada purifikasi yang terakhir dengan ethanol 70% akan melarutkan abu, lemak, serat, oksalat, dan logam dalam endapan glukomanan. Oksalat yang dihilangkan pada proses ini adalah oksalat yang terikat kuat pada komponen lain yang hanya bisa dipisahkan secara kimiawi. Setelah pencucian dan agitasi selama 4 jam, selanjutnya



Gambar 6. Process Flow Diagram (PFD) Pabrik Tepung Glukomana.

ethanol dan endapan glukomanan yang berbentuk *slurry* dipisahkan dengan *centrifuge* (H-236). Ethanol yang telah terpisahkan dari setiap proses purifikasi selanjutnya untuk diproses dalam utilitas (OSBL) untuk dapat *direct recovery* dan digunakan kembali untuk proses purifikasi selanjutnya. Unit dari proses purifikasi kimiawi glukomanan tertera pada Gambar 4.

C. Pengeringan dan Penepungan

Tahap ketiga yaitu tepung glukomanan dikeringkan pada *tunnel dryer* dengan suhu pengeringan 50°C hingga kadar air pada tepung glukomanan mencapai 9%. Tepung glukomanan yang telah dikeringkan selanjutnya dilakukan penepungan untuk memenuhi standar ukuran tepung sebesar 80 mesh dengan menggunakan *ball mill*. Setelah proses purifikasi kimiawi, endapan glukomanan selanjutnya dikeringkan dengan *tunnel dryer* (B-310) dengan suhu udara kering 50°C hingga kadar airnya mencapai ≤9%. Pertumbuhan kapang dan infestasi serangga lebih banyak pada tepung dengan kelembaban lebih tinggi selama penyimpanan sedangkan perlakuan dengan kadar air lebih rendah (9%) tidak menunjukkan infestasi [10]. Suhu udara kering tidak lebih dari 50°C dikarenakan glukomanan cukup rentan akan degradasi terhadap suhu panas ≥ 60°C dan juga untuk mencegah pembentukan film akibat adanya gelatinasi pati yang umumnya terjadi pada umbi-umbian pada suhu 60-70°C. Konsentrasi ethanol yang tinggi memerlukan suhu pengeringan yang lebih rendah dalam waktu pengeringan yang sama agar ethanol menguap. Hal ini karena panas spesifiknya yang lebih rendah daripada air dan menghasilkan viskositas tepung glukomanan yang lebih tinggi. Dengan demikian, akan didapatkan kualitas produk kering yang lebih baik [11]. Udara kering *tunnel dryer* (B-310) didapatkan dari udara luar dengan *blower* (G-314) lalu disaring dengan *air filter* (H-315) untuk menghindari udara kotor yang dapat mengganggu transfer panas di *heat exchanger* (E-316). Udara akan dipanaskan hingga suhu 50°C dalam *heat exchanger* (E-316) dengan tipe *double pipe heat exchanger* dengan menggunakan *steam* bersuhu 120°C. Setelah pengeringan, endapan glukomanan akan berbentuk granula glukomanan

dengan ukuran yang masih cukup besar untuk standar tepung, sehingga akan dibawa menuju unit penggilingan dengan *ball mill* (C-320) dengan menggunakan *screw conveyor* (J-321). *Ball mill* dipilih untuk penggilingan tahap kedua karena menghasilkan rendemen tepung yang lebih tinggi dan dengan asumsi kandungan impuritas sudah banyak berkurang setelah kombinasi proses pemurnian secara mekanis dan kimiawi sehingga fokus penggilingan pada tahap ini adalah pengecilan ukuran hingga ≤ 80 mesh. Dari proses penggilingan ini akan menghasilkan padatan tepung glukomanan dengan ukuran yang lebih kecil sehingga mempermudah proses pengayakan. Setelah melalui proses penggilingan, tepung glukomanan akan diumpankan menuju *screener* (H-322) untuk pengayakan dan penyamaan ukuran. Keseluruhan proses telah selesai dan dihasilkan produk berupa tepung glukomanan. Produk kemudian diumpankan ke dalam unit packer dan disimpan ke dalam gudang produk. Unit dari proses pengeringan dan penepungan tertera pada Gambar 5.

III. NERACA MASSA

Berdasarkan hasil perhitungan neraca massa atau *material balance* Pra Desain Pabrik Tepung Glukomanan, diperoleh bahwa dibutuhkannya bahan baku yaitu *chips* porang sebesar 13.367,2648 ton/tahun, natrium bisulfit sebesar 513,9719 ton/tahun, dan Ethanol sebesar 42.900,8937 ton/tahun untuk dapat menghasilkan produk utama tepung glukomanan dengan kapasitas produksi sebesar 3.000 ton/tahun. Kapasitas produksi didapatkan secara efektif dalam 330 hari/tahun waktu kerja serta 24 jam/hari jam kerja.

Tepung glukomanan yang diproduksi memiliki tingkat kehalusan di atas 80 mesh dengan kandungan glukomanan sebesar 86,43%, kadar air sebesar 9%, sudah tidak mengandung residu sulfit dan bahan lain seperti kalsium oksalat, abu, lemak, dan logam. Kualitas tepung glukomanan yang diproduksi sudah memenuhi standar utama mutu tepung glukomanan yang digunakan dalam bahan baku konnyaku yang ditetapkan oleh Asosiasi Konnyaku Jepang. Komposisi tepung glukomanan yang diproduksi disajikan pada Tabel 4.

#### IV. ANALISA EKONOMI

Analisa ekonomi dilakukan sebagai bentuk *feasibility study* untuk mengetahui kelayakan perancangan yang dilakukan. Sehingga dilakukan evaluasi dan penilaian terhadap investasi dan perkiraan penjualan sebagai acuan utama. Faktor-faktor yang perlu ditinjau untuk memutuskan kelayakan rancangan antara lain adalah laju pengembalian modal (*Internal Rate of Return/IRR*), waktu pengembalian modal minimum (*Pay Out Time/POT*), dan titik impas (*Break Even Point/BEP*). Dari hasil perhitungan diperoleh *capital expenditure* (CAPEX) Rp313.263.377.108, *operating expense* (OPEX) Rp 359.811.502 /ton produk, dan *net present value* (NPV) Rp164.415.903.554. Diperoleh IRR 18,8%, POT selama 3 tahun, dan BEP 53%. Dengan perkiraan umur dari pabrik ini selama 10 tahun dengan masa pembangunannya selama 3 tahun. Rincian kelayakan pabrik dari aspek ekonomi tertera pada Tabel 5. Gambar 6 menunjukkan *Process Flow Diagram* Pabrik Tepung Glukomana.

#### V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa ekonomi didapatkan nilai IRR sebesar 18,8% yang lebih tinggi dari suku bunga bank yaitu 8% per tahun, NPV sebesar Rp164.415.903.554 dengan pengembalian modal selama 3,1 tahun, maka pabrik Tepung Glukomana ini layak didirikan.

#### DAFTAR PUSTAKA

[1] Badan Pusat Statistik Jakarta, "Keadaan Angkatan Kerja 2022," Badan

- Pusat Statistik Jakarta, Jakarta, 2022.
- [2] S. Koswara, "Teknologi Pengolahan Umbi-Umbian Bagian 2: Pengolahan Umbi Porang," Research Community Service Institution IPB, 2013.
- [3] M. Edi, "Peningkatan Mutu Tepung Iles-Iles (*Amorphophallus Oncophyllus*)(Foodgrade: Glukomannan 80%) sebagai Bahan Pengelastis MI (4%= Meningkatkan Elastisitas MI 50%) Dan Pengental (1%= 16.000 Cps) Melalui Teknologi Pencucian Bertingkat Dan Enzimatis Pada Kapasita," Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, Bogor, 2010.
- [4] Faridah, Anni and S.B. Widjanarko, "Optimization of multilevel ethanol leaching process of porang flour (*Amorphophallus muelleri*) using response surface methodology," *International Journal on Advanced Science Engineering Information Technology*, vol. 3, pp. 74–80, 2013.
- [5] P. A. Phillips, Glyn O and Williams, "Handbook of Hydrocolloids," ISBN: 9781845695873, Elsevier, 2009.
- [6] J. H. Coulson, John Metcalfe and Richardson, John Francis and Backhurst, John Rayner and Harker, "Particle technology and separation processes," *Chemical Engineering: Particle Technology and Separation Processes* Pergamon Press, Oxford, U.K., vol. 2, 1991.
- [7] H. Barbosa-Canovas, Gustavo V., Ortega-Rivas, E., Juliano, P., and Yan, "Food powders: physical properties, processing, and functionality," Plenum Publisher Kluwer Academic, New York, 2005.
- [8] T. B. Haryani, K., Suharto, S., Suryanto, S., Sarana, S., and Santosa, "Pemutihan Tepung Porang (*Amorphophallus onchophyllus*) menggunakan Natrium Metabisulfid dan Vitamin C," *Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif*, Semarang, 2016.
- [9] Nurlela, N., Ariesta, N., Laksono, D.S., Santosa, E., and Muhandri "Characterization of glucomannan extracted from fresh Porang Tubers using ethanol technical grade," *Food Science Technology Bogor Agricultural University*, Bogor, 2021.
- [10] Nasir, M., Butt, M. S., Anjum, F.M., Sharif, K., and Minhas, R., "Effect of moisture on the shelf life of wheat flour," *International Journal of Agriculture*, vol. 5, pp. 458–459, 2003.
- [11] Tatirat, O., and Charoenrein S., "Physicochemical properties of konjac glucomannan extracted from konjac flour by a simple centrifugation process," *LWT-Food Science and Technology*, pp. 2059–2063, 2011.