

Pra Desain Pabrik Ekstrak Kulit Manggis sebagai Obat Herbal dengan Metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE)

Muhammad Rizky Sanjaya, Rigen Azimatarrusydi, dan , Hakun Wirawasista Aparamarta
Departemen Teknik Kimia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: hakunmarta@gmail.com

Abstrak—Manggis (*Garcinia mangostana*) adalah anggota dari genus *Garcinia*, yang terutama tumbuh di Thailand, Vietnam, Malaysia, Indonesia, Filipina dan negara-negara Asia Tenggara lainnya. Daging buah ini sering dikonsumsi segar, sedangkan biji dan kulitnya dibuang dan menjadi limbah. Komponen kimia yang terkandung dalam biji dan kulit manggis, terutama senyawa xanthone, telah dibuktikan sebagai antioksidan yang baik secara *in vitro* ataupun *in vivo*. Secara umum proses pembuatan senyawa antioksidan dari kulit manggis meliputi tahap pre-treatment, dan tahap ekstraksi. Pada pra desain pabrik ini, digunakan metode microwave assisted extraction (MAE) dalam proses ekstraksi senyawa bioaktif dalam kulit manggis dengan bantuan solvent campuran air, ethanol, dan etil asetat dengan perbandingan 1:2:2 serta rasio antara solute dan solvent sebesar 1:16. Waktu ekstraksi dilakukan selama 30 menit pada suhu 50 derajat celsius dan tekanan 1 atm. Hasilnya didapatkan ekstrak kulit manggis yang mengandung lebih banyak zat bioaktif hasil dari proses ekstraksi karena zat pengotor telah dilarutkan dan dibuang selama proses ekstraksi berlangsung. Pabrik direncanakan akan didirikan di Kabupaten Bogor dengan masa konstruksi selama dua tahun mulai dari tahun 2023 hingga tahun 2025 dan akan mulai beroperasi pada tahun 2026. Diinginkan kapasitas produksi pabrik pada kisaran dua ton per tahun dengan kebutuhan kulit manggis sekitar 2,3 ton per tahunnya. Operasi pabrik dilakukan selama 300 hari per tahun dengan jam kerja harian delapan jam kerja. Utilitas yang digunakan dalam pabrik ini yaitu steam bertekanan sebagai pemanas udara untuk kebutuhan udara kering pada dryer. Sumber investasi pabrik Biodiesel dari Biji Nyamplung berasal dari 30% dana pribadi dan 70% dana pinjaman dari Bank (Bank Mandiri). Dengan perincian analisa ekonomi sebagai berikut: Net Present Value (NPV) Rp.198.325.804.854 ,laju pengembalian modal 33,92 %, waktu Pengembalian Modal 1,03 Tahun, Break Even Point 13 %. Dengan hasil analisa ekonomi yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa pabrik layak untuk didirikan.

Kata Kunci—Desain Pabrik, Kulit Manggis, Microwaved Assisted Extraction, Senyawa Bioaktif.

I. PENDAHULUAN

MASALAH kesehatan akan selalu ada dan semakin beragam selama masih adanya kehidupan. Salah satu masalah kesehatan yang perlu diwaspadai serta diantisipasi adalah kanker. Menurut World Health Organization (WHO), sekitar 70% kematian akibat kanker terjadi di 124 negara berpenghasilan rendah dan menengah. Di seluruh dunia, diperkirakan 19,3 juta kasus kanker baru terjadi pada tahun 2020. Hal ini menyebabkan para peneliti terus mencari solusi selain kemoterapi untuk pengobatan terapi kanker, seperti obat herbal yang diklaim lebih aman dan terpercaya karena berasal dari bahan-bahan alami. Pengembangan dan pencarian sumber senyawa bioaktif terus dilakukan seiring dengan makin banyaknya penyakit baru yang bermunculan.

Antioksidan merupakan suatu senyawa kimia yang pada konsentrasi rendah secara signifikan dapat mencegah oksidasi substrat dalam reaksi rantai. Kemampuan antioksidan adalah dapat melindungi sel dari kerusakan yang disebabkan oleh radikal bebas. Contoh antioksidan antara lain beta karoten, likopen, vitamin C dan vitamin E. Hal tersebut membuat minat terhadap bahan pangan yang mengandung antioksidan terus meningkat. Antioksidan dapat berupa antioksidan alami dan antioksidan buatan. Antioksidan alami banyak terdapat pada buah-buahan, sayur-sayuran, biji-bijian dan sumber hewani seperti daging dan telur. Kekhawatiran akan kemungkinan efek samping yang belum diketahui dari antioksidan sintetik menyebabkan antioksidan alami menjadi salah satu alternatif yang sangat dibutuhkan. Di Indonesia, terdapat banyak bahan pangan lokal yang dapat dijadikan sebagai sumber antioksidan alami. Namun, kurangnya publikasi membuat hanya sebagian kecil masyarakat yang mengetahui pangan lokal apa saja yang mengandung antioksidan.

Salah satu komponen bioaktif yang memiliki banyak manfaat adalah α -mangostin (alfa mangostin). Senyawa α -mangostin ($C_{24}H_{26}O_6$) merupakan senyawa fenolik xanthone yang banyak ditemukan pada bagian-bagian tanaman manggis (*Garcinia mangostana* L.) Manggis (*Garcinia mangostana*) merupakan salah satu primadona komoditas buah-buahan ekspor Indonesia yang bernilai ekonomi cukup tinggi. Tanaman ini merupakan endemik Semenanjung Malaya, Myanmar, Thailand, Kamboja, Vietnam, dan Maluku serta telah dibudidayakan di daerah tropis (misalnya, India, Honduras, Brasil, dan Australia) selama dua abad terakhir. Terdapat 64 jenis tumbuhan dengan genus *Garcinia* di Indonesia, 21 jenis diantaranya memiliki nilai kayu yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan mebel dan pembangunan rumah, sedangkan 22 jenis lainnya memiliki buah yang enak dan dapat dimakan (edible fruit) termasuk jenis tanaman manggis (*Garcinia mangostana* L.). Tanaman manggis dapat dijumpai diseluruh provinsi di Indonesia. Secara nasional, pertumbuhan produktifitas buah manggis ini mengalami peningkatan dari tahun 2015 hingga tahun 2020, meskipun terdapat beberapa provinsi yang mengalami penurunan jumlah produksi buah manggis [1].

Tanaman manggis dapat tumbuh pada ketinggian 30-500 meter di atas permukaan laut (mdpl), dan mudah ditemukan pada hutan primer, hutan sekunder, hutan meranti dan juga perkebuan. Pohon manggis tumbuh sangat lebat dan tegak dengan mahkota berbentuk eliptikal, piramidal, semisir. Pohon ini dapat mencapai tinggi antara 20 sampai 82 kaki (6-25 m), memiliki kulit kayu coklat tua atau hampir hitam, dan kulit bagian dalam mengandung banyak getah kuning,

Tabel 1.

Kandungan proksimat crude kulit buah manggis

Komponen	Persentase (%)
Air	9.346
Abu	18.620
Protein	3.109
Serat	23.144
Lemak	0.490
Xanthone	6.700
Karbohidrat	38.591

Tabel 2.

Komposisi ekstrak kulit

Komponen	Persentase
Water	0.55
Ash	11.23
Protein	1.87
Serat	13.95
Fat	0.30
Xanthone	40.39
Karbohidrat	23.26

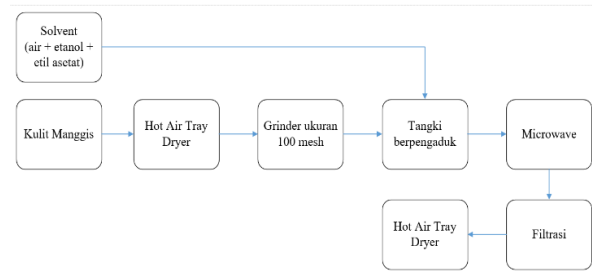
kenyal, dan pahit. Daun yang selalu hijau, berlawanan, bertangkai pendek berbentuk bulat telur-lonjong atau elips, kasar, dan tebal, sedikit mengkilap di atas dan juga berwarna kuning kehijauan.

Meninjau dari data produksi manggis yang terbilang cukup besar di Indonesia dengan beragam manfaat dari kandungan senyawa bioaktif dalam buah manggis serta dengan pemanfaatannya yang masih belum maksimal, maka dipilihlah bahan baku yang berasal dari buah manggis. Bahan baku yang digunakan nantinya bukanlah buah manggis secara keseluruhan namun berupa kulit manggis yang biasanya dibuang begitu saja atau terkesan seperti limbah. Kulit manggis juga mengandung senyawa bioaktif yang bersifat antioksidan seperti alfa-mangostin, beta-mangostin, senyawa xantone, dan lain sebagainya. Kandungan gizi kulit buah manggis kering tiap 100 gram mengandung 77 kal kalori; 3,02% protein; 6,45% lemak; 82,50% karbohidrat; 5,87% air; 2,17% abu, 2,10% total gula; 5,7-6,2 mg/g antosianin; dan 0,7-34,9 mg/g xanthon Pemanfaatan bahan baku berupa kulit buah manggis dapat digunakan sebagai bentuk pemanfaatan limbah sebagai bahan baku produksi untuk menghasilkan keuntungan. Pada pabrik ini, bahan baku utama yang digunakan adalah kulit manggis yang didapat dari Kerjasama dengan perkebunan manggis di daerah sekitar pabrik, bahan baku buah manggis untuk proses ekstraksi kulit manggis. Adapun kandungan senyawa didalam kulit manggis dengan analisa proximat tertera pada Tabel 1.

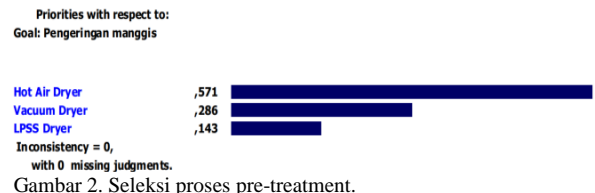
Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan obat herbal dari ekstrak kulit manggis adalah kulit manggis, dan pelarut dalam hal ini digunakan kombinasi pelarut etil asetat, etanol, dan air dengan perbandingan 2:1:2 sesuai dengan penelitian yang sudah dilakukan dengan hasil terbaik pada analisa inhibisi DPPH atau radikal bebas.

Hasil ekstraksi dari kulit manggis, memiliki kandungan senyawa bioaktif yang jauh lebih tinggi dan lebih murni dibandingkan dengan jumlah senyawa bioaktif pada kulit mentahnya. Senyawa bioaktif yang terekstrak sebagian besar merupakan jenis senyawa xanton yang memiliki khasiat dalam pencegahan masuknya radikal bebas kedalam tubuh. Adapun komposisi senyawa dalam ekstrak kulit manggis disajikan dalam Tabel 2.

Salah satu faktor yang harus diperhatikan dalam pendirian suatu pabrik adalah kapasitas produksi pabrik. Dengan



Gambar 1. Diagram blok proses.

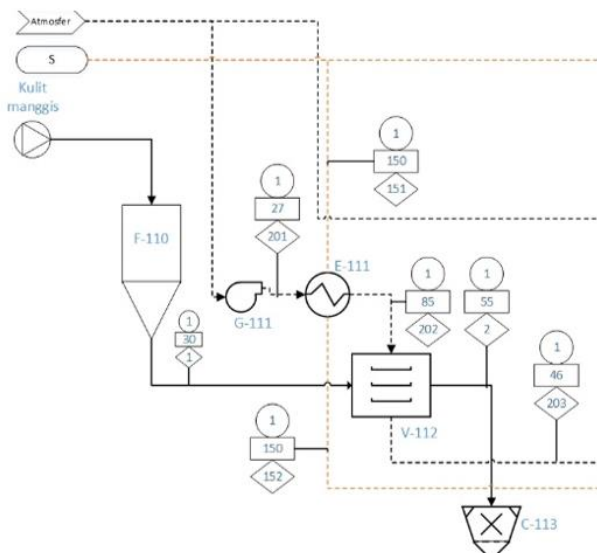


Gambar 2. Seleksi proses pre-treatment.

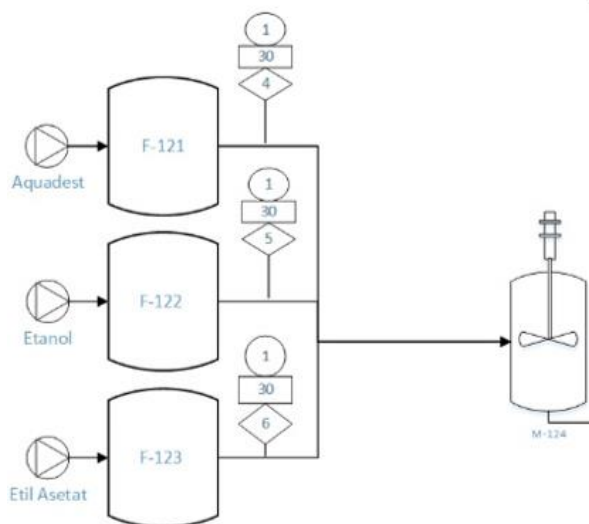
mengacu pada pemenuhan konsumsi dalam negeri serta penekanan jumlah impor. Sebelum merancang pabrik ekstrak kulit manggis, maka diperlukan menentukan proses yang akan diaplikasikan. Untuk memilih proses produksi ekstrak kulit manggis yang optimal maka perlu dilakukannya seleksi proses. Proses yang dipilih untuk memproduksi ekstrak kulit manggis ini harus sesuai memenuhi syarat, baik dari segi teknis maupun ekonomis. Ketersediaan dan kualitas dari suatu bahan baku serta produk merupakan salah satu faktor yang penting dalam merancang sebuah pabrik. Lokasi ketersediaan bahan baku sangat diperlukan untuk menentukan lokasi didirikannya sebuah pabrik.

Pemilihan lokasi pabrik merupakan hal penting dalam perancangan pabrik. Lokasi atau letak geografis suatu pabrik akan memengaruhi risiko dan keberhasilan dari pabrik itu sendiri. Kondisi dari lokasi pabrik akan sangat berpengaruh pada biaya tetap (*fix cost*) maupun biaya variabel (*variable cost*), baik dalam jangka waktu menengah maupun jangka panjang. Di dalam manajemen organisasi, lokasi pabrik sebaiknya diperhitungkan pada saat perencanaan, sehingga pabrik yang akan dijalankan tersebut dapat terorganisir pelaksanaannya di masa mendatang Selain ketersediaan, kualitas bahan baku juga penting untuk diperhatikan karena tujuan dibangunnya sebuah pabrik adalah menghasilkan sebuah produk yang akan dipasarkan untuk masyarakat. Beberapa aspek yang menjadi pertimbangan dalam penentuan lokasi pabrik yang ideal yaitu adalah, penyediaan bahan baku, pemasaran produk, sarana transportasi, penyediaan utilitas, dan tenaga kerja yang tersedia. Diagram blok proses tertera pada Gambar 1.

Bahan baku merupakan kebutuhan utama dari sebuah pabrik yang menjadi aspek penting dalam penentuan lokasi pabrik. Lokasi pabrik harus memiliki jarak yang tidak terlalu jauh dari sumber bahan baku, sehingga proses produksi dapat terjaga keberlangsungannya dan akan mengurangi biaya transportasi dan penyimpanan. Bahan baku utama dari pabrik ini adalah kulit manggis yang berasal dari sisa perkebunan manggis ataupun dari perusahaan yang menggunakan buah manggis sebagai bahan bakunya. Selain itu, dalam pembuatan pabrik ini juga perlu diperhatikan kandungan alpha-mangostin yang ada pada kulit manggis. Dari analisa yang pernah dilakukan di empat tempat yang berbeda, analisa menunjukkan bahwa kadar alpha-mangostin, beta-mangostin,



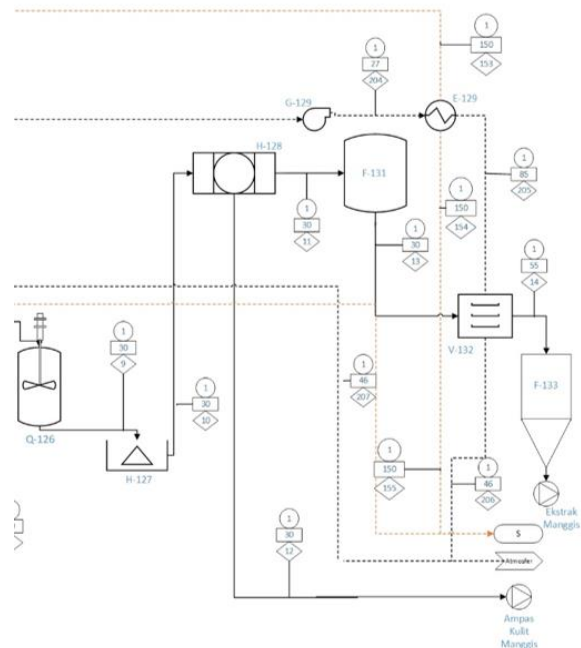
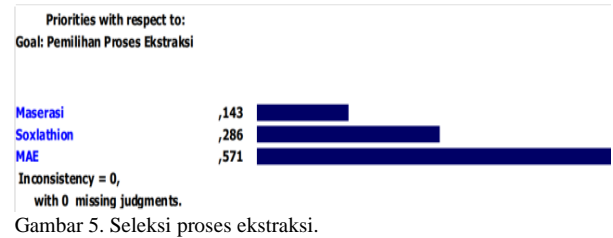
Gambar 3. Diagram Blok Proses pre-treatment kulit manggis.



Gambar 4. Diagram Blok Proses pre-treatment solvent..

dan gartanin masing-masing 13,87%, 8,28%, dan 10,44% dari Bogor; 10,07%, 6,33% dan 8,76% dari Purwakarta; 10,88%, 6,01%, 8,08% dari Subang dan 8,53%, 6,07%, 17,28% dari Tasikmalaya. Ini menunjukkan bahwa kadar alpha-mangostin yang terdapat pada kulit manggis yang berasal dari Bogor lebih banyak daripada ketiga daerah lainnya.

Daerah lokasi pabrik yang akan dipilih harus dapat memudahkan proses pemasaran hasil produk ekstrak alpha-mangostin dari pabrik ini. Lokasi pabrik akan sangat memengaruhi harga produk dan biaya transportasi. Setidaknya lokasi pabrik yang akan ditentukan dekat dengan sarana transportasi dan jaringan transportasi yang mudah agar mempermudah distribusi produk. Sarana transportasi akan sangat mempengaruhi proses produksi dalam mobilisasi bahan baku dan produk. Jenis dan jumlah bahan baku dan produk akan menentukan jenis fasilitas transportasi yang paling cocok. Jenis transportasi umum yang digunakan untuk aktivitas logistik suatu industri yaitu, truk container, kapal, dan kereta api. Ketersediaan utilitas menjadi aspek yang diperhatikan untuk menentukan lokasi pabrik, seperti sumber energi dan sumber air. Sarana pendukung seperti ketersediaan energi dan air harus didapatkan dengan mudah untuk dapat



Gambar 6. Diagram blok proses ekstraksi dengan mae.

menunjang kebutuhan energi dan air pabrik. Ketersediaan tenaga kerja turut menjadi salah satu faktor yang perlu dipertimbangkan dalam penyusunan pabrik di suatu daerah. Kualitas tenaga kerja di dalam suatu daerah dapat dilihat dalam beberapa hal salah satunya dari pendidikan. Bogor sendiri diketahui memiliki beberapa universitas atau perguruan tinggi yang mampu menciptakan lulusan berkualitas dan bersaing dalam dunia kerja. Factor lain yang perlu dipertimbangkan dalam pencarian tenaga kerja adalah jumlah pelamar kerja yang ada didalam suatu daerah dan upah minimum (UMR) daerah. Hal tersebut nantinya akan berhubungan dengan pengembangan ekonomi perusahaan kedepannya.

Kapasitas produksi merupakan dasar dalam perancangan sebuah pabrik. Sebelum dilakukannya kalkulasi proses dan desain alat, maka perlu ditentukan terlebih dahulu kapasitas produksi pabrik. Data ekspor dan impor digunakan untuk menentukan kapasitas produksi suatu pabrik. Pada penentuan kapasitas produksi pabrik, digunakan data dari tepung terigu karena pembuatan pabrik ini dimaksudkan untuk mensubstitusi tepung terigu dengan ekstrak kulit manggis.

Keberhasilan didirikannya suatu pabrik dipengaruhi oleh beberapa faktor khususnya letak geografis. Oleh karena itu, penentuan lokasi pabrik merupakan salah satu perencanaan awal yang sangat penting. Lokasi pendirian pabrik yang tepat dengan bahan baku yang semurah mungkin dan fasilitas penunjang lainnya yang memadai dapat memperoleh keuntungan dalam jangka panjang, baik untuk perusahaan maupun kesejahteraan warga sekitar. Dalam penentuan lokasi didirikannya pabrik ekstrak kulit manggis,

telah dilakukan berbagai pertimbangan sebagai berikut:

1. Ketersediaan lahan dan bahan baku
2. Sumber energi listrik dan air
3. Sumber tenaga kerja
4. Aksesibilitas dan Fasilitas Transportasi
5. Hukum dan Peraturan perundang-undangan
6. Iklim dan topografi

II. URAIAN PROSES

Secara umum proses pembuatan senyawa antioksidan dari kulit manggis meliputi tahap pre-treatment, dan tahap ekstraksi. Proses pembuatan ekstrak kulit manggis dari umbi porang

A. Proses Pre-Treatment

Pada proses pre-treatment, kulit manggis dipisahkan terlebih dahulu dari buahnya, kemudian kulit manggis dihancurkan hingga berukuran 100 mesh. Proses ekstraksi padat-cair akan lebih baik jika diameter partikel ukurannya lebih kecil. Ukuran partikel yang lebih kecil akan memperluas permukaan kontak dengan pelarut, sehingga laju difusi meningkat. Namun, tidak diinginkan bahwa ukuran partikel terlalu kecil, karena semakin kecil ukuran partikel, semakin mahal biaya operasi dan semakin sulit proses pemisahannya. Dengan demikian, mendapatkan ekstrak murni akan sulit. Ukuran partikel yang digunakan dalam ekstraksi antioksidan kulit manggis sebesar 100 mesh. Selanjutnya kulit manggis yang telah dihaluskan dikeringkan terlebih dahulu sebelum dilakukan proses ekstraksi. Proses pre-treatment dapat dilakukan dengan berbagai pilihan metode.

1) Tahap penghancuran kulit manggis

Penghancuran kulit manggis sebenarnya tidak membutuhkan peralatan yang terbilang khusus. Pada umumnya kulit manggis cukup dihancurkan saja menggunakan grinder hingga ukurannya mencapai ukuran yang dikehendaki. Hasil kulit manggis yang telah dihancurkan selanjutnya diayak untuk menyaring antara kulit manggis yang sudah sesuai ukurannya dengan yang belum sesuai ukurannya sehingga ketika dilakukan proses ekstraksi tidak terjadi perbedaan ukuran partikel yang dapat mempengaruhi hasil ekstraksi.

2) Tahap pengeringan

Pada tahap pengeringan, dapat digunakan tiga jenis metode pengeringan kulit manggis yaitu menggunakan hot air dryer, vacuum dryer, dan low pressure superheated steam dryer. Kulit manggis yang telah dihancurkan selanjutnya dikeringkan menggunakan hot air dryer, vacuum dryer, dan low pressure superheated steam dryer. Ketiga jenis dryer tersebut diatur pada suhu sekitar 60°C sampai 90°C selama 15 sampai 60 menit. Pemilihan proses pengeringan kulit manggis nantinya dapat memengaruhi kadar senyawa xantone dan alpha-mangostin didalam manggis serta dapat mempengaruhi yield produk antioksidan yang dapat dihasilkan dari proses keseluruhan. Perbandingan penggunaan hot air dryer, vacuum dryer, dan low pressure superheated steam dryer berkaitan dengan kadar senyawa xantone menggunakan metode pengujian DPPH dan ABTS. Dari literature didapatkan hasil aktivitas xantone dalam kulit manggis yang sudah dikeringkan menggunakan hot air dryer,

vacuum dryer, dan low pressure superheated steam dryer. Berdasarkan kondisi operasi yang telah ditetapkan pengeringan menggunakan hot air dryer terbukti memiliki hasil yang sedikit lebih baik dibandingkan dengan pengeringan menggunakan vacuum dryer dan LPSS dryer. Data dari literature dapat dijadikan sebagai acuan dalam hal pemilihan metode pre-treatment pengeringan kulit manggis. Dilakukan pembobotan menggunakan aplikasi Expert Choice untuk penentuan metode pre-treatment pengeringan kulit manggis. Hasil yang didapatkan dari pembobotan dilampirkan pada Gambar 2.

Dari hasil pemilihan metode pre-treatment menggunakan bantuan aplikasi expert choice, didapatkan hasil pembobotan terbaik adalah menggunakan metode pengeringan dengan hot air tray dryer. Secara keseluruhan, proses pre-treatment dapat ditampilkan dalam diagram alir proses pada Gambar 3. Sedangkan Gambar 4 menunjukkan diagram proses pre-treatment solvent.

Kulit manggis terlebih dahulu dikumpulkan dari pihak pengepul, kemudian disimpan kedalam feed tank penyimpanan kulit manggis (F-111) dan dijaga pada suhu ruang serta tidak terkena sinar matahari langsung untuk mencegah terjadinya paparan radikal bebas yang dapat mengurangi konsentrasi senyawa bioaktif didalam kulit manggis. Kemudian, manggis dikeringkan kedalam hot air tray dryer (V-112) selama kurang lebih lima belas menit pada suhu 85 derajat Celsius supaya kandungan airnya berkurang hingga mencapai 0,1gram air/gram kulit manggis. Setelah dikeringkan, manggis selanjutnya dimasukkan kedalam mill (C-113) untuk dikecilkan ukurannya hingga mencapai 100 mesh. Hasil kulit manggis selanjutnya dibawa kedalam tangki pencampur untuk dicampur dengan solvent sebelum dilakukan ekstraksi. Ketiga solvent (aquadest (F-121), ethanol (F-122), dan etil asetat (F-123)) dicampurkan terlebih dahulu dalam tangki yang lain (M-124), kemudian hasil campuran solvent dicampurkan dengan kulit manggis hasil dari mill. Hasil campuran kulit manggis dan solvent selanjutnya dibawa kedalam tangki MAE untuk dilakukan ekstraksi.

B. Proses Ekstraksi

Metode ekstraksi dapat dibagi menjadi dua jenis, konvensional dan metode modern. Ekstraksi konvensional merupakan metode yang paling sederhana karena menggunakan pelarut dan pemanas konvensional yang masih memiliki beberapa kelemahan seperti: butuh banyak pelarut dan waktu ekstraksi yang lama, sedangkan rendemen (yield) yang diperoleh sedikit. Tahapan ekstraksi glukomannan adalah ekstrak kulit manggis dimasukkan ke dalam *Microwave Assisted Extraction* dengan menggunakan *screw conveyor* dan *bucket elevator*. Metode konvensional yang paling umum digunakan adalah maceration (maserasi) dan soxhlation (soklet). Maceration adalah metode ekstraksi sederhana yang umum digunakan. Metode ini cocok untuk skala laboratorium dan industri. Cara ini dapat dilakukan dengan menambahkan bahan dalam pelarut dengan keadaan tertutup rapat pada suhu kamar. Ekstraksi dihentikan ketika keseimbangan antara konsentrasi komponen (ekstrak) dalam pelarut dan konsentrasinya dalam bahan tercapai. Untuk memisahkan larutan ekstrak dengan bahan harus dilakukan penyaringan. Ekstrak murni diperoleh dengan menguapkan

pelarut dan/atau ekstraksi cair-cair. Sementara pada metode soklet, Bahan tanaman ditempatkan pada media berpori yang terbuat dari kertas saring atau selulosa (thimble). Pelarut dipanaskan di labu bawah, menguap ke dalam kantong yang berisi sampel, mengembun, dan menetes kembali. Ketika level cairan mencapai level overflow, siphon digunakan untuk menyedot kandungan cairan thimble ke dalam labu distilasi, membawa zat terlarut yang diekstraksi ke dalam crude extract. Proses dilanjutkan sampai ekstraksi lengkap tercapai.

Seiring perkembangan teknologi, beberapa metode baru mulai dikenalkan dalam hal ekstraksi senyawa untuk menghasilkan senyawa ekstrak dengan rendemen (yield) tinggi, hemat dalam penggunaan pelarut serta waktu ekstraksi yang relative lebih singkat. Salah satu inovasi baru yang tengah dikembangkan di dunia industry yaitu ekstraksi dengan bantuan microwave atau biasa disebut *Microwave Assisted Extraction* (MAE) [2]. Dengan menggunakan microwave sebagai sumber pemanas, transfer panas yang diberikan dapat dilakukan dengan lebih merata karena prinsip kerja microwave yang memberikan radiasi gelombang mikro kedalam pori-pori bahan sehingga bahan akan menjadi hangat dari dalam ke luar. Hal ini berkebalikan dengan prinsip pemanasan secara konvensional dimana pemanasan dilakukan dari bagian luar ke bagian dalam bahan. Prinsip pemanasan menggunakan microwave juga dapat mempersingkat waktu ekstraksi sehingga lebih efisien dan hemat waktu. Adapun pemilihan proses ekstraksi yang akan digunakan dalam pra desain pabrik ekstrak kulit manggis dapat dilihat pada Gambar 5.

Dari hasil pemilihan metode proses ekstraksi menggunakan bantuan aplikasi *expert choice*, didapatkan hasil pembobotan terbaik adalah menggunakan metode MAE. Pada proses ekstraksi senyawa antioksidan dari kulit manggis, digunakan campuran pelarut jenis etanol, etil asetat dan air (aquadest) dengan perbandingan volume masing masing 1:2:2. Senyawa xanton secara alami sulit diekstrak bila menggunakan pelarut air, walaupun xanthon tergolong senyawa polar karena memiliki gugus OH, tetapi kepolaran senyawa xanthon lebih rendah dari air. Namun demikian senyawa xanthon dapat larut di dalam pelarut organik dengan tingkat kepolaran yang berbeda seperti pelarut metanol hingga hexane. Secara sederhana, proses ekstraksi yang dilakukan dapat dilihat pada Gambar 6.

Hasil campuran kulit manggis dan solvent selanjutnya dimasukkan kedalam tangki MAE untuk dilakukan ekstraksi dengan bantuan microwave (Q-126) sebagai pemanas dan condenser sebagai pendingin. Microwave diatur pada suhu 50 derajat Celsius dan ekstraksi dilakukan selama kurang lebih tiga puluh menit. Proses ekstraksi berfungsi dalam melarutkan senyawa lain yang bertindak sebagai impurities didalam kulit manggis seperti serat dan abu untuk menaikkan kadar senyawa bioaktifnya (xanton). Setelah serangkaian proses ekstraksi selesai dilakukan, hasil ekstrak dimasukkan kedalam centrifuge (H-127) untuk dilakukan pengentalan pada campuran ekstrak kulit manggis. Selanjutnya campuran ekstrak kulit manggis dialirkan menuju ke filter press (H-128) untuk disaring antara solvent yang mengandung impurities terlarut dan ekstrak kulit manggis yang kaya akan senyawa bioaktif. Ekstrak kulit manggis selanjutnya dikeringkan lagi dengan hot air tray dryer (V-132) untuk menghilangkan sisa-

sisa pelarut yang ada pada ekstrak kulit manggis supaya lebih tahan lama dan awet ketika disimpan. Hasil ekstrak kulit manggis yang telah diekringkan selanjutnya ditampung dalam bejana penyimpanan produk (F-133) dan siap untuk dikemas [3].

III. NERACA MASSA DAN ENERGI

Dari hasil perhitungan neraca massa dan energi pada pabrik ekstrak kulit manggis dibutuhkan bahan baku dan bahan pendukung, antara lain umbi porang dibutuhkan 2857,1 kg/tahun, untuk menghasilkan produk ekstrak kulit manggis sebanyak 2 ton/tahun.

IV. ANALISA EKONOMI DAN ANALISA DAMPAK LINGKUNGAN

Analisa ekonomi merupakan salah satu parameter apakah suatu pabrik tersebut layak didirikan atau tidak. Untuk menentukan kelayakan suatu pabrik secara ekonomi, diperlukan perhitungan bahan baku yang dibutuhkan dan produk yang dihasilkan menurut neraca massa yang telah tercantum dalam Bab IV Neraca Massa dan Energi. Harga peralatan untuk proses berdasarkan spesifikasi peralatan yang dibutuhkan seperti yang tercantum dalam appendix B yang dihitung berdasarkan pada neraca massa dan energi. Selain itu juga diperlukan analisa biaya yang diperlukan untuk operasi pabrik, utilitas, jumlah dan gaji karyawan serta pengadaan lahan untuk pabrik.

Analisa ekonomi dimaksudkan untuk menganalisa keekonomian pendirian sebuah pabrik. Dalam pra desain Pabrik ini digunakan beberapa parameter ekonomi untuk menguji kelayakan pabrik. Parameter yang perlu ditinjau antara lain Net Present Value (NPV), Laju Pengembalian Modal (Internal Rate of Return / IRR), Waktu Pengembalian Modal Minimum (Pay Out Time / POT), Titik Impas (Break Even Point / BEP).

Dalam melakukan perhitungan analisa ekonomi diperlukan adanya asumsi - asumsi. Asumsi yang dilakukan yaitu Lama Operasi selama 1 tahun adalah 300 hari, Lama Operasi per hari adalah 8 jam, Waktu mulai konstruksi tahun 2022 dengan modal sendiri 30% dan modal pinjaman 70%. Bunga bank sebesar 8%, Laju Inflasi 1,68 % , Equity Rate 15%. Masa konstruksi pabrik selama 2 tahun. Tahun pertama menggunakan 50 % modal sendiri dan 50 % modal pinjaman.

Pembayaran kepada kontraktor menggunakan modal pinjaman selama masa konstruksi dilakukan secara diskrit dengan cara sebagai berikut :

1. Pada awal masa konstruksi (awal tahun ke (-2)) dilakukan penggunaan 30 % dari modal pinjaman untuk pembelian tanah dan uang muka
2. Pada akhir tahun kedua masa konstruksi (tahun ke (-1)) digunakan sisa modal pinjaman.

Pengembalian pinjaman dilakukan pada jangka waktu 10 tahun, yaitu 10% per tahun. Umur pabrik diperkirakan selama 10 tahun, depresiasi sebesar 10 % per tahun. Kapasitas produksi pabrik yaitu Tahun ke - 1 = 60 %, Tahun ke - 2 = 80 %, Tahun ke - 3 = 100%. Pajak pendapatan sesuai Pasal 17 Ayat 2 UU PPh No. 17, Tahun 2020, dimana:

1. Sebesar 5% untuk pendapatan kurang dari dan hingga Rp 50.000.000,00
2. Sebesar 15% untuk pendapatan antara Rp 50.000.000,00

Rp 250.000.000,00

3. Sebesar 25% untuk pendapatan antara Rp 250.000.000,00 - Rp 500.000.000,00
4. Sebesar 30% untuk pendapatan diatas Rp 500.000.000,00 Lebih dari Rp 500.000.000

Berdasarkan hasil perhitungan pada neraca ekonomi didapatkan nilai dari Total Capital Investment pabrik ini sebesar Rp 7.653.612.818 dengan bunga 8% per tahun. Modal tetap (CAPEX) Rp 6.505.570.896 per tahun dan biaya produksi tetap (OPEX) Rp 18.770.094.730 per tahun. Modal kerja (WCI) Rp 1.148.041.923 per tahun. Harga Pokok Penjualan (HPP) sebesar Rp 25.000.000.000 per ton. Diperoleh IRR sebesar 18,2% dan BEP 12,7% dengan pengembalian modal selama 1 tahun 1 bulan. Umur pabrik diperkirakan 10 tahun dengan masa pembangunan 2 tahun dan pabrik beroperasi 330 hari/tahun.

Semakin banyak perusahaan didirikan dan berkembang, maka pada saat itu pula kesenjangan sosial dan kerusakan lingkungan disekitar industri terjadi. Oleh karena itu muncul kesadaran untuk mengurangi dampak negatif dengan mengembangkan konsep Corporate Social Responsibility (CSR). Tanggung jawab sosial perusahaan menunjukkan kepedulian perusahaan terhadap kepentingan pihak - pihak diluar kepentingan perusahaan. Industrialisasi menimbulkan perubahan terhadap jalinan relasi sosial dengan mengalihkan pekerjaan dari buruh ke operator mesin canggih, pemilik modal meningkatkan produksisekaligus memberikan penawaran posisi untuk masyarakat disekitar pabrik yang mampu beradaptasi dengan iklim industrialisasi dan memenuhi kriteria yang dibutuhkan oleh perusahaan. Mengacu pada kondisi Pendapatan Asli Daerah (PAD) yang mengalami peningkatan, maka dapat dipastikan bahwa keberadaan perusahaan akan membuka peluang bagi masyarakat lokal untuk ikut terlibat dalam kegiatan baik di industri maupun di pertambangannya. Penerimaan tenaga kerja yang dilakukan oleh perusahaan untuk mendukung operasional meliputi: tenaga managerial, teknis tambang, teknis operasional, dan tenaga pendukung.

Menurut ISO 14001, aspek lingkungan adalah segala bentuk aktivitas, kegiatan, produksi yang dilakukan dan dapat memberikan pengaruh terhadap lingkungan. Industri yang akan berdiri harus menetapkan prosedur maupun mengidentifikasi aspek - aspek yang terkait dengan dampak lingkungan, sehingga mengetahui bagaimana cara

meminimalisasi maupun mengatasi masalah - masalah aspek lingkungan yang timbul dari aktivitas atau kegiatan industri.

Pembangunan pabrik ekstrak kulit manggis juga berpotensi dalam menghasilkan limbah yang dapat mencemari lingkungan. Sumber terbesar dari limbah pabrik akan berasal dari solvent bekas proses ekstraksi yang sudah tidak dapat digunakan kembali sehingga harus dibuang. Pembuangan limbah solvent tentunya perlu penanganan dan pengetahuan yang tepat agar metode pengolahan limbah yang dilakukan tidak berdampak negatif pada lingkungan sekitar. Solvent yang sudah tidak dipakai harus disimpan didalam wadah khusus sesuai dengan kebijakan daerah yang berlaku, kemudian diberikan kepada pihak pihak terkait yang sudah memiliki ijin dalam hal pengolahan limbah. Jika memungkinkan, akan sangat bagus apabila perusahaan memiliki tempat pengolahan limbah sendiri baik yang bertujuan untuk mengurangi kadar toksisitas limbah, maupun yang bertujuan dalam hal recycle solvent atau recovery solvent supaya jumlah limbah yang dibuang tidak terlalu banyak dan mengakibatkan emisi.

V. KESIMPULAN

Pada pra rancangan pabrik ekstrak kulit manggis direncanakan 2 ton/tahun dengan metode ekstraksi menggunakan *Microwave Assisted Extraction*. Pembangunan akan dimulai pada tahun 2024 di Kabupaten Bogor, Jawa Barat dan direncanakan beroperasi pada tahun 2026. Bentuk hukum dari perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT) dan bentuk organisasi yang direncanakan sistem lini dengan jumlah tenaga kerja sebanyak 63 orang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] BPS RI, "Jumlah Penduduk Pertengahan Tahun (Ribuan Jiwa), 2021-2023," Jakarta: Badan Pusat Statistik, 2022.
- [2] H. W. Apamarta, T. Saputra, A. Claratika, Y.-H. Ju, and S. Gunawan, "Separation and purification of triacylglycerols from *nyamplung* (*Calophyllum inophyllum*) oil by batchwise solvent extraction," *Ind. & Eng. Chem. Res.*, vol. 55, no. 11, pp. 3113-3119, 2016.
- [3] H. W. Apamarta, S. Gunawan, H. Husin, B. Azhar, and H. T. Aditya, "The effect of high oleic and linoleic fatty acid composition for quality and economical of biodiesel from crude *Calophyllum inophyllum* oil (CCIO) with microwave-assisted extraction (MAE), batchwise solvent extraction (BSE), and combination of MAE-BSE meth," *Energy Reports*, vol. 6, pp. 3240-3248, 2020.