

PRARANCANGAN PABRIK PEKTIN DARI KULIT BUAH KAKAO DENGAN EKSTRAKSI ASAM KAPASITAS 8.250 TON/TAHUN

Naily Mufidatul Hasanah^{1,*}, Jovenle Gibran Subekhi¹, Rr Diva Naila Putri Widarti¹, Ditta Kharisma Yolanda Putri¹, Ansori Ansori¹, Helda Wika Amini¹

¹Program Studi S-1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Jember
Jl. Kalimantan No. 37, Jember Jawa Timur, 68121

*Corresponding Author: nailymufidatulhasanah@gmail.com

Abstrak

Pektin merupakan senyawa polisakarida alami yang banyak digunakan dalam industri pangan, farmasi, dan kosmetik. Di Indonesia, kebutuhan pektin masih sepenuhnya dipenuhi melalui impor, sehingga dibutuhkan pembangunan pabrik pektin skala industri. Pada studi ini, dirancang pabrik pektin dari kulit buah kakao menggunakan proses ekstraksi asam dengan pelarut HCl. Kapasitas produksi yang direncanakan sebesar 8.250 ton/tahun dengan lokasi pendirian di kawasan industri Kota Palu, Sulawesi Tengah. Pabrik akan beroperasi secara kontinu selama 330 hari per tahun dengan waktu kerja 24 jam/hari dan tenaga kerja sebanyak 205 orang. Proses utama meliputi pretreatment bahan baku, ekstraksi, filtrasi, pemurnian, dan pengeringan. Berdasarkan evaluasi ekonomi, diperoleh Pay Out Time (POT) selama 3,9 tahun, Break Even Point (BEP) sebesar 45,34%, serta Return on Investment (ROI) sebesar 19,53%, yang menunjukkan bahwa pabrik ini layak untuk didirikan.

Kata kunci: ekstraksi asam, HCl, kulit buah kakao, pektin.

1. Pendahuluan

Kakao merupakan komoditas unggulan nasional yang memberikan kontribusi besar sebagai penyumbang devisa, menempati urutan ketiga setelah kelapa sawit, karet, dan kelapa, serta memiliki area perkebunan terbesar keempat di subsektor perkebunan, yang menunjukkan peran pentingnya dalam perekonomian Indonesia (Pusat Data Dan Sitem Informasi Pertanian, 2023). Komposisi buah kakao memiliki perbandingan 74% kulit buah, 24% biji dan 2% plasenta (Listyati, 2015). Namun, pemanfaatan tanaman kakao masih terbatas pada bijinya, sementara bagian lain seperti kulit buah dan pulp belum dimanfaatkan secara optimal, sehingga sekitar 68,5% dari berat buah segar menjadi limbah, di mana setiap ton biji kakao kering dapat menghasilkan sekitar sepuluh ton kulit buah kakao segar sebagai limbah (Prasetyo dkk., 2023). Padahal, kulit buah kakao (KBK) mengandung pektin antara 6–30% tergantung tingkat kematangan, dengan kandungan tertinggi saat buah masih mentah (25–30%) dan menurun saat matang (6–12%), serta semakin berkurang jika kulit buah disimpan terlalu lama hingga mulai membusuk (Prasetyo dkk., 2023).

Pektin adalah polisakarida alami yang berfungsi sebagai perekat antar sel di dinding tanaman, serta banyak dimanfaatkan sebagai pengental dan pembentuk gel dalam makanan seperti jelly dan marmalade (Freitas, dkk, 2021). Pada bidang farmasi, pektin digunakan sebagai bahan dalam sediaan enteral untuk mengatasi diare, terutama pektin rendah metoksi (low-methoxy) yang terbukti mampu memperbaiki gejala diare pada pasien kritis, serta digunakan dalam sistem penghantaran obat (drug delivery system) seperti gel, microbeads, atau film untuk pelepasan obat terkontrol (Khasiwagi, dkk. 2025).

Saat ini, pektin diproduksi dalam jumlah besar di berbagai negara di Eropa, Amerika Selatan, dan Asia. Selain menjadi komponen penting dalam industri pangan, pektin kini banyak digunakan dalam farmasi sebagai bahan untuk pengobatan gangguan pencernaan serta dalam industri kosmetik sebagai bahan dalam produk perawatan kulit. Seiring dengan perkembangan teknologi, aplikasi pektin terus berinovasi, termasuk penggunaannya sebagai bahan tambahan dalam produk biodegradable dan kemasan ramah lingkungan, sehingga semakin memperluas perannya dalam mendukung industri berkelanjutan (Nadar, 2022).



Tabel 1 Spesifikasi Pektin

Spesifikasi	Kandungan
Organoleptis	Serbuk, berwarna putih dan hampir tidak berbau
pH	6 – 7,2
Susut	≤10%
Pengeringan	≤3 ppm
Arsenik	≤5 µg/g
Timbal gula dan asam	≤6,7%
Kadar gugus-gugus	≤74%
Kadar asam galakturonat	Larut dalam air

(International Pectin Producers Association)

Kapasitas produksi suatu pabrik pektin dapat ditentukan dengan mempertimbangkan data produksi dalam negeri, konsumsi nasional, serta volume ekspor dan impor pektin setiap tahunnya. Selain itu, diperlukan pula estimasi proyeksi peredaran produk pektin pada tahun perencanaan pabrik serta persentase pertumbuhan rata-rata tahunannya. Mengingat saat ini Indonesia belum memiliki pabrik pektin skala industri yang signifikan, maka penentuan kapasitas produksi dapat didasarkan pada tren peningkatan impor pektin dari tahun ke tahun sebagai indikator kebutuhan pasar domestik.

Tabel 2 Pertumbuhan Ekspor dan Impor Pektin di Indonesia

Tahun	Jumlah (ton/tahun)		Pertumbuhan	
	Ekspor	Impor	Ekspor	Impor
2017	315,042	247,467	0	0
2018	295,651	503,26	-0,062	1,034
2019	208,204	53,261	-0,296	-0,894
2020	126,408	369,361	-0,393	5,935
2021	561,748	455,035	3,444	0,232
2022	359,883	534,124	-0,359	0,174
2023	351,294	467,152	-0,024	-0,125
2024	388,113	510,676	0,105	0,093
Rata-Rata	1787,45	2336,35	0,345	0,921

Perhitungan kapasitas pabrik pektin dapat dituliskan dalam perumusan pada Persamaan 1, dikarenakan Indonesia belum memiliki pabrik pektin maka nilai produksi dan konsumsi akan dianggap 0, maka kapasitas pabrik pektin pada tahun 2028 yaitu (Kusnarjo, 2010):

$$M3 = (M4 + M5) - (M1 + M2) \quad (1)$$

$$M3 = (6956,28 + 1270,31) - (0+0)$$

$$M3 = 8226,58 \text{ ton/tahun}$$

Keterangan:

M1 = Nilai Impor

M2 = Produksi pabrik dalam negeri

M3 = Kapasitas pabrik baru

M4 = Jumlah Ekspor

M5 = Konsumsi dalam negeri

Kapasitas pabrik pektin dipilih sebesar 8.250 ton/tahun, pemilihan kapasitas tersebut didasarkan pada pertimbangan agar kapasitas pabrik tidak melampaui kapasitas rata-rata pabrik pektin yang ada di tingkat global.

2. Deskripsi Proses

Pemilihan proses merupakan salah satu aspek yang penting dalam merancang sebuah pabrik, hal ini berkaitan dengan keberlanjutan operasi dan menentukan efisiensi pabrik. Metode pembuatan pektin menurut dokumen United Stated Patent Office oleh Olsen & Stuewer (1938), yaitu diekstraksi dengan cara memanaskan bahan baku bersama dengan pelarut asam (mineral/organik), kemudian dipisahkan dari pulp yang tidak larut. Temperatur yang digunakan berkisar 50 – 100°C, dengan pH pelarut sekitar 1,2 – 3. Kemudian hasil ekstraksi akan dipresipitasi atau penggumpalan dengan alkohol untuk mendapatkan pektin yang lebih murni (Olsen & Stuewer, 1938).

Pemilihan pelarut juga menentukan kualitas dan juga kuantitas pektin yang dihasilkan. Pada umumnya terdapat 2 jenis asam yang dijadikan pelarut, yaitu HCl dan asam sitrat. Pemilihan ekstraksi menggunakan asam klorida (HCl) sebagai pelarut didasarkan pada beberapa pertimbangan yaitu:

- Suhu dan waktu operasi yang lebih rendah
- Kualitas pektin yang lebih baik sesuai dengan standar IPPA
- Konsentrasi pelarut yang lebih rendah
- Biaya produksi yang lebih ekonomis

Proses pembentukan pektin melalui beberapa proses, yaitu :

a. Persiapan Bahan Baku (*Pre-treatment*)

Kulit buah kakao yang digunakan berasal dari perkebunan di Sulawesi Tengah, khususnya Kabupaten Palu dan Parigi. Sebelum digunakan, kulit buah kakao dibersihkan menggunakan *washer* (X-112) untuk menghilangkan kotoran, lalu dikeringkan pada suhu 70°C selama 6 jam menggunakan *rotary dryer* (B-110) agar kadar air berkurang dan struktur



kimia pektin tetap terjaga (Dhora dkk, 2024). Setelah itu, kulit yang telah dikeringkan kemudian didinginkan hingga suhu sekitar 30°C menggunakan *cooler belt conveyor* (J-116), lalu disimpan di gudang. Tahap berikutnya adalah penghancuran menggunakan *Crusher* (C-130) dan diayak menggunakan *screener* (H-131) hingga mencapai ukuran 100 mesh, di mana bagian yang belum lolos akan diproses ulang (Dhora dkk., 2021). Selanjutnya, larutan HCl 0,29% yang telah diencerkan dalam *mixer* (M-142) untuk selanjutnya akan digunakan sebagai pelarut dalam proses ekstraksi pektin (Randa dkk., 2021).

Tabel 3 Perbandingan pelarut HCl dan Asam Sitrat

Parameter	Jenis Proses	
	Ekstraksi Asam dengan HCL (Dhora, et al., 2024).	Ekstraksi Asam dengan Asam Sitrat (Yudhiana, et al., 2020).
Temperatur	80°C	90°C
Konsentrasi	0,08 N (2,45 %)	5%
Waktu	90 menit	120 menit
Yield	10,59%	0,75%
Kadar Air	10%	8,92%
Kadar Abu	-	2,71%
Kadar Metoksil	4,34%	2,91%
Kandungan Asam	113,34%	74,62%
Galakturonat Berat	10869 g/ek	7142,82 g/ek
Ekivalen Produk	ada	ada
Sampling	ada	ada
Korosifitas	Tinggi	Rendah

b. Ekstraksi Pektin

Ekstraksi menggunakan pelarut asam digunakan untuk menghidrolisis protopektin menjadi pektin terlarut serta memisahkan senyawa non-pektin seperti selulosa (Randa dkk., 2021). Kulit buah kakao halus diekstraksi secara kontinu di dalam *extractor* (H-210) menggunakan larutan HCl 0,29% dengan

rasio padatan terhadap pelarut 1:10. Proses berlangsung selama 90 menit pada suhu 80°C dan tekanan 1 atm. pH larutan dijaga pada kisaran 2,5 guna meningkatkan efisiensi ekstraksi (Dhora dkk., 2024).

c. Filtrasi

Larutan hasil ekstraksi yang mengandung pektin dan sisa padatan (rafinat) dipisahkan melalui proses filtrasi menggunakan *rotary drum vacuum filter* I (H-310). Hasil filtrasi berupa padatan (cake) kemudian dibuang sebagai limbah, sementara untuk filtrat akan didinginkan menggunakan *cooler* (E-412) hingga suhunya menjadi 30°C.

d. Pemurnian dan Pengerinan

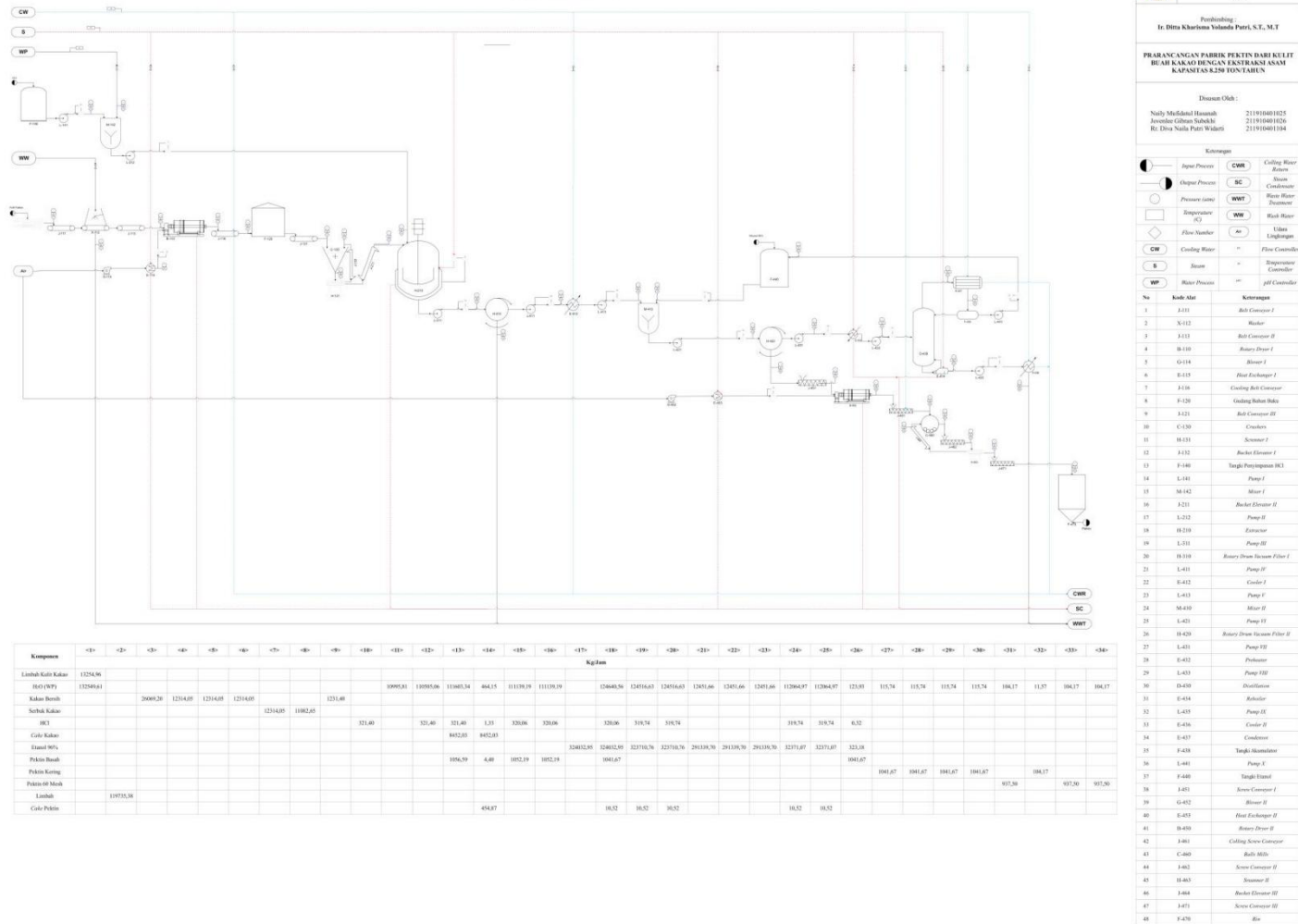
Larutan pektin pekat yang telah didinginkan dialirkan ke *mixer* II (M-410) dan dicampur dengan etanol 96% (rasio 1:3) pada suhu 30°C untuk mengendapkan pektin (Dhora dkk., 2024). Endapan yang terbentuk dipisahkan melalui *rotary drum vacuum filter* II (H-420), sedangkan filtrat berupa campuran etanol dan larutan pektin selanjutnya di distilasi (D-430) pada suhu 79°C. Uap etanol dikondensasikan di Kondensor (E-437), ditampung dalam Akumulator (F-438), lalu disimpan untuk digunakan kembali. Sisa larutan dipanaskan ulang di *reboiler* (E-434), didinginkan di *cooler* (E-436), dan dialirkan ke unit pengolahan limbah. Larutan pektin yang tersisa dikeringkan menggunakan *rotary dryer* II (B-450) pada suhu 60°C selama 4 jam untuk menjaga kualitas pektin (Musita, 2021; Chacon dkk., 2023; Dhora dkk., 2024). Pektin kering kemudian didinginkan menggunakan *cooling screw conveyor* (J-461) sebelum dihaluskan menggunakan *ball mill* (C-460) hingga berukuran 80 mesh, disaring menggunakan *screener* (H-463), dan jika perlu diproses ulang hingga ukuran seragam sebelum disimpan di Silo (F470) dengan bantuan *Screw Conveyor* (J-471).

3. Utilitas

Utilitas merupakan komponen krusial dalam mendukung kelancaran operasional suatu pabrik. Selama proses produksi berlangsung, pabrik membutuhkan berbagai sumber daya, termasuk bahan baku, bahan tambahan, serta fasilitas pendukung seperti uap (steam), energi listrik, air, bahan bakar, dan elemen lainnya. Berdasarkan kebutuhannya, utilitas pabrik pektin diklasifikasikan sebagai



**PRA-RANCANGAN PABRIK PEKTING DARI KULIT BUAH KAKAO DENGAN EKSTRAKSI ASAM KAPASITAS
8.250 TON/TAHUN**



Gambar 1. Flow Diagram Process



- Freitas CMP, Ferreira LMB, Silva RCS, de Almeida RMRG, 2021, "Structure and Applications of Pectin in Food, Biomedical, and Pharmaceutical Industry: A Review", *Coatings*, 11(8), 922.
- IPPA, 2002, "What is Pectin", International Pectin Producers Association, [tanggal akses belum tersedia].
- Kashiwagi S, Takaki S, Oi Y, Honzawa H, Yamamoto R, Yamashita I, Ohki I, Fujitani S, Nagatomi A, Ohshima Y, Yoshida M, Yoshida H, Kurisu M, Nakamura K, 2025, "Low-Methoxy Pectin-Containing Enteral Nutrition in Critical Care for Intestinal Tolerance (LOME-PECT): Study Protocol for a Randomized Controlled Trial", *PLOS ONE*, 20(7), e0326582.
- Kusnarjo, 2010, "Pengantar Sintesa Proses", Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Listyati D, 2015, "Peluang Peningkatan Pendapatan Petani dari Kulit Buah Kakao", 3, 145–156.
- Nadar CG, Arora A, Shastri Y, 2022, "Sustainability Challenges and Opportunities in Pectin Extraction from Fruit Waste", *ACS Engineering Au*, 2(2), 61–74.
- Olsen AG, Stuewer R, 1938, "Method of Preparing Pectin", US Patent No. 2,132,577.
- Prasetyo A, Nadir M, Sari WE, Rahmaniar ZZ, 2023, "Ekstraksi Pektin Kulit Kakao (*Theobroma cacao* L.) Menggunakan Metode Microwave Assisted Extraction dengan Asam Klorida", *Jurnal Teknik Kimia Vokasional (JIMSI)*, 3(2), 44–54.
- Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, 2023, "Analisis Kinerja Perdagangan Kakao Tahun 2023", Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Randa A, Hermawati H, Tang M, 2021, "Ekstraksi Pektin dari Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.) dan Diaplikasikan pada Selai Tomat (*Solanum lycopersicum*)", *Jurnal Saintis*, 2(1), 34–41.
- Yudhiana F, Rendowaty A, Fatoni A, 2020, "Isolasi dan Karakteristik Pektin dari Kulit Buah Kakao (*Teobroma cacao* L.) yang Tumbuh di Daerah Palembang dan Pagaralam Sumatera Selatan", *Jurnal Ilmiah Bakti Farmasi*, 5(2), 1–8.

