

PENGARUH SUHU EKSTRAKSI DAN LAMA PENGUMPALAN TERHADAP KADAR DERAJAT ESTERIFIKASI (DE) EKSTRAK PEKTIN KULIT KAKAO (THEOBROMA CACAO L.)

Qurata Ayun 1*, Ananda Nabila 2, Reny Eka Evi Susanti 3

Program studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas PGRI Banyuwangi
Jalan Ikan Tongkol no.22, Banyuwangi, Jawa Timur
*qu_rata@yahoo.co.id

ABSTRAK

Kulit buah kakao (Theobroma cacao L.) merupakan limbah pertanian yang berpotensi dimanfaatkan sebagai sumber pektin. Pektin sendiri memiliki nilai ekonomi tinggi dan yang menjadi salah satu parameter mutu dari pektin adalah nilai dari derajat esterifikasinya (DE). DE sendiri dipengaruhi oleh berbagai macam kondisi ketika proses ekstraksi pektin berlangsung. Kulit buah kakao sendiri mempunyai kandungan pektin sebesar 16,27%. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu ekstraksi dan lama pengumpulan pektin terhadap kadar DE pada proses ekstraksi kulit buah kakao. Beberapa tahapan yang dilakukan antara lain adalah preparasi sampel, proses ekstraksi kulit kakao, optimasi suhu ekstraksi dan optimasi lama pengumpulan pektin. Dalam setiap optimasi dilakukan analisis berat ekuivalen, kadar metoksil, kadar asam galakturonat dan yang terakhir penentuan derajat esterifikasi pektin kulit kakao tersebut. Berdasarkan hasil penelitian maka disimpulkan bahwa suhu untuk proses ekstraksi adalah 80°C dengan lama pengumpulan pektin 16 jam yang menghasilkan DE optimum sebesar 72%, kadar metoksil 12,01%, kadar asam galakturonat 94,60% serta berat ekuivalennya 666,67%. Hasil yang diperoleh tersebut menunjukkan bahwa kualitas pektin yang diperoleh telah memenuhi kriteria standar mutu IPPA yaitu pektin kulit kakao termasuk pektin metoksil tinggi (HMP).

Kata Kunci : Pektin, Kulit kakao, Ekstraksi, Metoksil, Asam Galakturonat, Derajat Esterifikasi

PENDAHULUAN

Salah satu makanan yang sangat digemari oleh masyarakat adalah coklat, dimana bahan dasarnya adalah biji kakao yang berasal dari tanaman yang bernama *Theobroma cacao L.* Komposisi buah kakao itu terdiri atas kulit tengah sekitar 75,67%, biji sekitar 21,74% dan plasenta sekitar 2,59%. Pada industri coklat, biasanya hanya biji kakao saja yang dipergunakan sebagai bahan utama, sementara kulitnya hanya dibuang begitu saja tanpa pengolahan lebih lanjut. Ternyata kulit kakao sendiri menyimpan potensi untuk dimanfaatkan lebih jauh sebagai bahan baku pembuatan pektin, karena kandungan serat dan polisakarida yang terdapat pada kulit kakao itu cukup tinggi [18], berbeda jika dibandingkan dengan bijinya yang lebih kaya akan lemak dan senyawa cita rasa khas coklat [2].

Kulit kakao yang selama ini dianggap hanya sebagai limbah saja, ternyata telah diolah menjadi produk pangan seperti kerupuk dan bakso aci [14] dan pemanfaatan limbah kulit kakao menjadi pupuk organik [20]. Pektin pada kulit kakao juga digunakan sebagai bahan pengental dalam pembuatan jeli, selai, edible film, dan edible coating. Di Indonesia, produksi kakao mencapai 667.296 ton pada tahun 2022 [5]. Tingginya produksi kakao ini tentu menghasilkan limbah kulit dalam jumlah besar, sehingga menjadi peluang untuk dimanfaatkan lebih lanjut.

Senyawa Pektin sendiri merupakan polisakarida yang ditemukan pada dinding sel tumbuhan dan juga mengandung gugus asam galakturonat. Pektin sendiri didalam jaringan tanaman berada dalam bentuk protopektin yang mempunyai sifat tidak larut dalam air, yang disebabkan karena pektin berada sebagai garam kalsium dan magnesium. Adanya proses hidrolisis dari protopektin dalam air yang diasamkan akan membuat pektin jadi mempunyai sifat larut dalam air. Pektin mempunyai peranan antara lain adalah sebagai pengental, penstabil dan pembentukan gel. Pada industri makanan, pektin sering digunakan pada pembuatan produk selai, jeli dan saus buah. Selain pada industri makanan pektin juga biasanya dimanfaatkan pada industri farmasi antara lain sebagai salah satu bahan baku obat [22]. Beberapa faktor penting yang digunakan untuk menentukan penggunaan pektin (terutama dalam mempengaruhi struktur dan tekstur gel) adalah kandungan metoksil dan asam galakturonat pada senyawa tersebut [23]. Metoksil sendiri merupakan gugus metil ester yang terikat pada asam galakturonat dalam struktur pektin. Berdasarkan kandungan metoksilnya pektin dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu pektin dengan kandungan metoksil tinggi (*High Methoxyl Pectin*) dan pektin dengan kandungan metoksil rendah (*Low Methoxyl Pectin*) [4]. Sedangkan persentase gugus karboksil pada rantai galakturonat yang teresterifikasi oleh metanol dinyatakan dengan nilai Derajat Esterifikasi (DE). Pektin dengan kadar DE>50% dikategorikan sebagai HMP, dan jika DE < 50% dikategorikan sebagai LMP. Dimana nilai ini berkaitan dengan proses pembentukan gel [24].

Berdasarkan pemaparan latar belakang di atas, peneliti ingin melakukan ekstraksi dengan memanfaatkan limbah kulit kakao yang kemudian dilakukan analisis derajat esterifikasinya (DE). Lama pengumpulan pektin dan suhu ekstraksi mempengaruhi kadar DE yang merupakan salah satu parameter kunci karena berperan penting dalam proses pembentukan gel pektin. Sehingga peneliti mengambil judul **“Pengaruh Suhu Ekstraksi dan Lama Pengumpulan Terhadap Kadar Derajat Esterifikasi (DE) Ekstrak Pektin Kulit Kakao (*Theobroma cacao L.*)”**.

METODE

Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan antara lain adalah neraca analitik, oven, gelas kimia 500 mL dan 250 mL, labu erlenmeyer 500 mL, labu ukur 250 mL, pipet ukur 25 mL, bola karet, blender, krusible, hot plate, pH universal, ayakan 100 mesh dan kertas saring. Sedangkan bahan yang digunakan antara lain adalah kulit buah kakao, aquades, asam klorida (HCl), etanol 96%, NaCl, indikator PP, NaOH, dan asam oksalat.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut :

Preparasi Bubuk Kulit Kakao

Kulit buah kakao dicuci sampai bersih untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada kulit buah. Kulit buah kakao yang telah bersih, selanjutnya dipotong menjadi potongan kecil. Agar proses pengeringan berjalan lebih cepat, maka kulit kakao tersebut dikeringkan menggunakan oven pada suhu 85°C selama 15 jam. Setelah kulit kakao benar-benar kering, dilakukan penghancuran kulit kakao dengan menggunakan blender hingga menjadi halus. Selanjutnya, kulit kakao yang sudah halus diayak menggunakan ayakan dengan ukuran 100

mesh. Bubuk kulit kakao disimpan dalam tempat kedap udara sebelum dilanjutkan ke proses ekstraksi.

Standarisasi NaOH 0,1 M

Sebanyak 0,1 gram asam oksalat ditimbang, kemudian dilarutkan ke dalam 25 mL aquadest di dalam labu Erlenmeyer. Setelah larutan homogen, tambahkan 2-3 tetes indikator fenolftalein ke dalam larutan tersebut. Selanjutnya, larutan asam oksalat tersebut dititrasi dengan basa hingga terjadi perubahan warna larutan dari bening menjadi merah muda (pink) yang bersifat tetap dan tidak kembali ke warna semula. Agar hasilnya optimal dan akurat, proses titrasi ini dilakukan sebanyak tiga kali. Rata-rata dari hasil titrasi kemudian dihitung, serta normalitas NaOH ditentukan menggunakan rumus berikut:

$$N_{NaOH} = \frac{(g \text{ asam oksalat}) \times (\text{valensi})}{(Mr \text{ asam oksalat}) \times (Vol \text{ NaOH})}$$

Optimasi Suhu Ekstraksi Pektin Kulit Kakao

Sebanyak 1 gr kulit kakao ditambahkan dengan 50 mL ammonium oksalat 2,5% selama 60 menit pada pH 3,6 (pengaturan pH dengan menggunakan penambahan asam oksalat 10%) pada suhu yang divariasikan, yaitu pada variasi suhu 70°C, 75°C, 80°C, 85°C dan 90°C untuk melihat pengaruh suhu terhadap hasil ekstraksi. Setelah selesai, campuran disaring dengan kain tipis dan diperas sampai cairan benar-benar terpisah dari ampas.

Filtrat yang didapat kemudian dicampur etanol 96% dengan perbandingan 1:3 (volum filtrat:etanol), kemudian didiamkan selama 16 jam agar pektin menggumpal optimal. Setelah itu, endapan pektin yang terbentuk disaring lagi untuk dipisahkan dari larutan etanol. Pektin yang masih basah kemudian dicuci dengan 20 mL etanol 98%, lalu dikeringkan pada suhu ruang sampai benar-benar kering. Setelah kering, pektin dihaluskan dengan penumbuk (mortar). Masing-masing sampel lalu dianalisis sesuai prosedur analisis untuk mendapatkan nerat ekuivalen, kadar metoksil, kadar asam galakturonat dan derajat esterifikasi untuk mengetahui suhu ekstraksi pektin dari kulit kakao yang paling optimum.

Optimasi Lama Penggumpalan Pektin Ekstrak Kulit Kakao

Sebanyak 1 gr kulit kakao ditambahkan dengan 50 mL ammonium oksalat 2,5% selama 60 menit pada pH 3,6 (pengaturan pH dengan menggunakan penambahan asam oksalat 10%) pada suhu sesuai dengan hasil optimasi sebelumnya. Campuran ekstrak kulit kakao tadi dicampur etanol 96% dengan perbandingan 1:3 (ekstrak etanol), lalu dibiarkan pada suhu ruang dengan variasi waktu pengendapan yaitu 14, 16, 18, 20, dan 22 jam. Endapan pektin yang terbentuk kemudian dipisahkan dari larutannya dengan cara disaring menggunakan kain saring. Pektin yang masih basah kemudian dicuci menggunakan 20 mL etanol 98% untuk membersihkan pengotor. Setelah dicuci, pektin dikeringkan dengan pada suhu kamar sampai benar-benar kering. Setelah kering, pektin dihaluskan menggunakan mortar. Setelah kering, pektin dihaluskan dengan penumbuk (mortar). Masing-masing sampel lalu dianalisis sesuai prosedur analisis untuk mendapatkan nerat ekuivalen, kadar metoksil, kadar asam galakturonat dan derajat esterifikasi untuk mengetahui lama pengendapan untuk mendapatkan pektin dari kulit kakao yang paling optimum.

Prosedur Analisa

Analisis Berat Ekuivalen

Sebanyak 0,1 gram pektin dibasahi dengan 1 mL etanol 96%, kemudian dilarutkan ke dalam 20 mL aquadest pada suhu 40°C sambil diaduk selama 1 jam, dengan tujuan untuk melarutkan pektin dan juga agar tidak terdapat gumpalan yang tersisa pada sisi-sisi erlenmeyer. Selanjutnya dilakukan penambahan NaCl sebanyak 0,2 g dan 3 tetes indikator fphenolphthalein (PP). Selanjutnya larutan yang mengandung pektin tersebut dititrasi dengan menggunakan NaOH 0,1 N yang telah terstandarisasi hingga terjadi perubahan

warna larutan menjadi merah muda. Selanjutnya, berat ekivalen (BE) pektin dihitung menggunakan rumus sebagai berikut.

$$BE \text{ (mg)} = \frac{\text{Massa sampel (mg)} \times 1000}{\text{Vol NaOH (mL)} \times N \text{ NaOH}}$$

Analisis Kadar Metoksil

Larutan netral dari pengukuran berat ekivalen (BE) ditambahkan dengan 10 mL larutan NaOH 0,25 N, kemudian dilakukan pengadukan selama kurang lebih 1 jam pada suhu ruang. Setelah itu, larutan HCl 0,25 N ditambahkan sebanyak 10 mL dan 3 tetes indikator fenolftalein untuk selanjutnya dilakukan titrasi dengan menggunakan NaOH 0,1 M sampai terjadi perubahan warna pada larutan (terjadi titik akhir titrasi). Untuk mendapatkan kadar metoksil dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$KM \text{ (\%)} = \frac{\text{Vol NaOH} \times 31 \times N \text{ NaOH}}{\text{Massa sampel (mg)}} \times 100\%$$

Keterangan:

Nilai 31 = Bobot molekul metoksil
KM = Kadar Metoksil

Analisis Kadar Asam Galakturonat

Analisis kadar asam galakturonat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\%KAG = \frac{176 \times 0,1z \times 100}{\text{massa sampel (mg)}} + \frac{31 \times 0,1y \times 100}{\text{massa sampel (mg)}}$$

Keterangan :

z = mL NaOH dari penentuan berat ekivalen
y = mL NaOH dari penentuan kadar metoksil
Nilai 31 = bobot molekul metoksil
Nilai 176 = bobot molekul galakturonat
KAG = kadar Asam Galakturonat (%)

Derajat Esterifikasi

Untuk menentukan nilai dari Derajat Esterifikasi (DE) secara matematis dihitung berdasarkan hasil analisis kadar metoksil dan kadar asam galakturonat dalam sampel pektin tersebut. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\%DE = \frac{\%kadar \text{ metoksil} \times 176 \times 100}{\%kadar \text{ asam galakturonat} \times 31}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, untuk proses pemisahan kulit kakao dimulai dengan pencucian kulit kakao. Tujuan dari proses pencucian ini adalah untuk membersihkan kotoran pada bagian kulitnya. Selanjutnya dilakukan proses pemotongan tujuannya agar dapat mempercepat proses pengeringan. Pengeringan ini dilakukan untuk mengurangi jumlah kadar air dalam kulit kakao. Untuk meningkatkan luas permukaan sampel, kulit kakao yang sudah kering dihaluskan untuk selanjutnya dilakukan proses pemisahan dengan cara ekstraksi dengan metode maserasi untuk memisahkan pektin dari jaringan kulit. Untuk menyatakan pektin tersebut apakah termasuk gugus metoksi tinggi atau metoksil rendah maka dilakukan perhitungan Derajat Esterifikasi nya (DE) dan juga menentukan kadar asam galakturonatnya. DE sendiri merupakan parameter utama yang menentukan sifat fisiko kimia dan bagaimana aplikasi pektin dalam berbagai industri, terutama pangan, farmasi dan juga material biodegradable. Masing-masing dari hasil perhitungan kadar asam galakturonat, kadar metoksil dan juga DE pada pektin yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan

standar mutu menurut International Pectin Producers Assotiation (IPPA), standar ini bertujuan untuk memastikan kualitas dan kemanan dari pektin yang diperoleh [11].

Optimasi Suhu Ekstraksi Pektin Kulit Kakao

Suhu merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi efisiensi dari proses ekstraksi pektin. Pada proses ekstraksi, pektin yang terdapat dalam dinding sel tanaman awalnya dalam bentuk protopektin yang tidak larut dalam air. Fungsi pemanasan disini adalah untuk menghidrolisis protopektin menjadi pektin yang larut. Dengan semakin meningkatnya suhu ekstraksi menyebabkan meningkatnya energi kinetik molekul pelarut dan juga meningkatnya permeabilitas dinding sel yang mengakibatkan laju difusi pektin ke dalam pelarut juga akan semakin meningkat [7]. Suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan degradasi molekul pektin, menurunkan berat ekivalen, kadar metoksil, dan juga derajat esterifikasi, serta menurunkan kualitas pektin secara keseluruhan [19].

Berdasarkan data yang diperoleh (tabel 1), berat ekivalen yang sesuai dengan standar pektin menurut IPPA adalah saat suhu ekstraksi 80°C, sedangkan jika berdasarkan nilai BE tersebut, berarti yang optimum untuk hasil KM adalah 7,75% dimana pektin ekstrak kulit kakao ini termasuk metoksil tinggi (HMP), nilai KAG nya adalah 70% serta nilai DE yang sesuai adalah yang 62,5%. Hal ini menunjukkan bahwa dari nilai DE, pektin kulit kakao termasuk pektin dengan pektin ester rendah.

Nilai KM dengan DE itu saling berkaitan, ketika nilai KM lebih dari 7,12%, dan nilai DE minimal 50% (lebih dari 50%) maka, pektin tersebut termasuk kategori HMP (pektin dengan kadar metoksil tinggi). Ketika pektin tersebut masuk kategori HMP, maka karakteristiknya adalah lebih dari setengah dari gugus karboksilat pada rantai asam galakturonat teresterifikasi oleh gugus metil, tekstur dari gel yang tersentuk menjadi lebih kuat, elastis dan transparan. Jadi suhu optimum yang diperoleh dari optimasi suhu ekstraksi pektin kulit kakao adalah saat 80°C.

Tabel 1. Analisis Data Hasil Optimasi Suhu Ekstraksi Pektin Kulit Kakao

No	Suhu (°C)	Hasil analisis			
		BE (mg)	KM (%)	KAG (%)	DE (%)
1	70	187,5	4,65	120,26	21,9
2	75	115,9	8,52	200,2	24,16
3	80	666,6	7,75	70,4	62,5
4	85	137,9	10,85	189,2	32,5
5	90	137,9	13,17	176	42,4
IPPA*		600 – 800 mg	2,5 – 7,12% Metoksil Rendah (LMP)	Min 65%	< 50%
			> 7,12% Metoksil Tinggi (HMP)		> 50%

* (IPPA, diakses 2025)

Optimasi Lama Penggumpalan Pektin Ekstrak Kulit Kakao

Setelah diperoleh data suhu optimum dari hasil optimasi suhu ekstraksi, selanjutnya digunakan untuk perlakuan pada optimasi lama penggumpalan ekstrak kulit kakao. Dari hasil optimasi lama penggumpalan pektin ekstrak kulit kakao diperoleh data yang ditunjukkan pada tabel 2.

Tahap penggumpalan bertujuan untuk memisahkan pektin terlarut dari filtrat dengan cara menambahkan pelarut alkohol sehingga kelarutan pektin menurun dan terbentuk endapan. Lama penggumpalan mempengaruhi kesempurnaan proses pengendapan pektin. Semakin lama waktu penggumpalan, semakin banyak molekul pektin yang beragregasi dan membentuk endapan sehingga rendemen pektin meningkat. Namun, jika waktu penggumpalan terlalu lama, pektin dapat mengalami perubahan struktur akibat kondisi asam

atau terkontaminasi senyawa lain sehingga kualitas dan rendemen efektif dapat menurun [3].

Pada tahap pemurnian pektin, filtrat hasil ekstraksi ditambahkan dengan etanol dengan tujuan untuk mengendapkan pektin terlarut. Dimana lama penggumpalan ini akan mempengaruhi kesempurnaan dari proses koagulasi dan pemisahan pektin dari larutan. Berdasarkan tabel 2, jika dilihat dari nilai BE yang memenuhi standar IPPA adalah saat 16 jam, yaitu diperoleh berat ekuivalen sebesar 666,67. Nilai KM nya 12,01% dimana nilai ini sejalan dengan hasil sebelumnya bahwa pektin kulit kakao termasuk kategori HMP dengan nilai KA 94,6% dan nilai DE 72%.

Tabel 2. Data Hasil Optimasi Lama Penggumpalan Pektin Ekstrak Kulit Kakao

No	Waktu Penggumpalan (jam)	Hasil analisis			
		BE (mg)	KM (%)	KAG (%)	DE (%)
1	14	140,35	3,1	143	12,3
2	16	666,67	12,01	94,6	72
3	18	821	3,1	39,6	44,4
4	20	454,2	3,78	48,4	45,3
5	22	181,82	3,78	18,8	18,4
IPPA*		600 – 800 mg	2,5 – 7,12% Metoksil Rendah (LMP)	Min 65%	< 50%
			> 7,12% Metoksil Tinggi (HMP)		> 50%

* (IPPA, diakses 2025)

Jadi berdasarkan hasil optimasi suhu ekstraksi dan lama penggumpalan pektin ekstrak kulit kakao diperoleh hasil dimana suhu untuk ekstraksi adalah saat 80°C dan lama penggumpalan pektin 16 jam, maka akan diperoleh pektin dengan nilai BE, KM, KAG dan DE yang sesuai dengan IPPA dan masuk kategori HMP (pektin metoksil tinggi).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka disimpulkan bahwa suhu ekstraksi berpengaruh terhadap jumlah pektin yang terlarut melalui proses hidrolisis protopektin, sedangkan lama penggumpalan berpengaruh terhadap efisiensi pemisahan pektin dari filtrat. Suhu ekstraksi yang terlalu rendah menghasilkan rendemen rendah, sedangkan suhu terlalu tinggi dapat merusak struktur pektin. Lama penggumpalan yang terlalu singkat menghasilkan pengendapan yang tidak sempurna, sedangkan waktu yang terlalu lama dapat menurunkan kualitas pektin. Untuk suhu untuk ekstraksi pektin kulit kakao adalah saat 80°C dan lama penggumpalan pektin 16 jam, diperoleh pektin dengan nilai BE 666,67, KM 12,01%, KA 94,6% dan nilai DE 72%. Sesuai dengan standar IPPA maka pektin kulit kakao termasuk kategori HMP (pektin metoksil tinggi).

UCAPAN TERIMAKASIH

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayanya. Sehingga penulis dapat menyelesaikan artikel ini. Dan juga terimakasih kepada rekan-rekan yang telah bersama-sama membantu penelitian ini sampai selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ade, Y. N., Jeksen, J., & Heliana, A. (2023). Pemanfaatan Limbah Kulit Kakao (Theobroma Cacao.L) sebagai Pakan Ternak. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Nusantara (Pengabmas Nusantara)*, 26-31.
- [2] Afoakwa, E. O. (2010). *Chocolate Science and Technology*. Oxford: Wiley-Blackwell.
- [3] Amanati, L. (2020). Ekstraksi Pektin dari Kulit Durian (Durio Zibethinus) untuk Industri Makanan . *Jurnal Teknologi Proses dan Inovasi Industri*, 33-36.
- [4] Antika, S. R., & Kurniawati, P. (2017). Isolasi dan Karakterisasi Pektin Dari Kulit Nanas. *Prosiding Seminar Nasional Kimia FMIPA UNESA* (pp. 218-225). Surabaya: Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya.
- [5] Badan Pusat Statistik. (2023). *Statistik Kakao Indonesia 2022*. BPS-Statistics Indonesia .
- [6] Devianti, V., Sa'diyah, L., & Amalia, A. (2020). PENENTUAN MUTU PEKTIN DARI LIMBAH KULIT PISANG DENGAN VARIASI VOLUME PELARUT ASAM SITRAT. *JURNAL KIMIA (JOURNAL OF CHEMISTRY)*, 169-174.
- [7] Diana, E., Muarif, A., Ibrahim, I., Meriatna, & Ginting, Z. (2023). PENGARUH SUHU DAN WAKTU EKSTRAKSI TERHADAP KUALITAS PEKTIN DARI LIMBAH KULIT PEPAYA. *Chemical Engineering Journal Storage*, 351-361.
- [8] Fauzan, A., Risnandar, T. D., Anisa, V. R., & Sihombing, R. P. (2022). Karakteristik Kadar Metoksil dan Kadar Asam Galakturonat pada Ekstrak Pektin dari Kulit Jeruk Manis Pacitan pada Suhu 90°C. *Prosiding The 13th Industrial Research Workshop and National Seminar* (pp. 825-829). Bandung: Politeknik Negeri Bandung.
- [9] Febbyola Puteri, J. E. (2024). Pengaruh Suhu Dan Waktu Terhadap Karakteristik Pektin Dari Campuran Kulit Pisang Kepok Dan Kulit Rambutan Menggunakan Pelarut Asam Asetat. *Chemical Engineering Journal Storage*, 825-829.
- [10] Hidayah, N., Kasmiyatun, M., & Purwaningtyas, E. F. (2020). Pengambilan Pektin Dari Kulit Bagian Dalam (Albedo) Semangka Dengan Proses Ekstraksi. *Journal Of Chemical Engineering*, 57-62.
- [11] IPPA, I. P. (diakses 2025, Februari 17). *What is Pectin*. From <https://pectinproducers.com/>
- [12] Koubala, B., Kansci, G., Mbome, L., Crepeau, M., Thibault, J., & Ralet, M. (2008). Effect of extraction conditions on some physicochemical characteristics of pectins from "Améliorée" and "Mango" mango peels. *Food Hydrocolloids*, 1345-1351.
- [13] Latupeirissa, J., Fransina, E. G., Tanasale, M., & Batawi, C. (2019). Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin Kulit Jeruk Manis Kisar (Citrus sp.). *Indo. J. Chem. Res*, 61-68.
- [14] Lestari, A. D., Fatma, I. N., Sari, C. M., Aulia, F. N., Husna, R., & Siregar, H. (2025). Pemanfaatan Limbah Kulit Kakao Sebagai Produk Bernilai Ekonomi di Desa Karang Baru. *Jurnal Pengabdian Masyarakat dan Riset Pendidikan*, 6567-6571.
- [15] Luluk, E., Susilowati, & Harsini, T. (2011). Produksi pektin Dari Kulit Buah Coklat (Theobroma Cacao). *Jurnal Teknologi Pangan*, 121-124.
- [16] nurhidayat, Tamrin, & Asyik, N. (2023). Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin Pada Kulit Buah Kakao (Theobroma cacao L.) Berdasarkan Perbedaan Tingkat Kematangan Buah. *Jurnal Riset Pangan*, 78-95.
- [17] Pratiwi, E., Fitriana, I., & Larasati, D. (2016). Ekstraksi Pektin dari Limbah Kulit Buah Carica Dieng (Caricapubescens). *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian* (pp. 160-167). Lampung: Politeknik Negeri Lampung.
- [18] Rahayu, E. S., Wartini, N. M., & Wrasati, L. P. (2021). Konsentrasi Ekstrak Etanol Kulit Buah Kakao (Theobroma cacao L.) dan Suhu Pemanasan terhadap Karakteristik Krim Body Scrub. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 476-487.

- [19] Roikah, S., Rengga, W. D., Latifah, & Kusumastuti, E. (2016). Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin Dari Belimbing Wuluh (*Averrhoa Bilimbi*,L). *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 29-36.
- [20] Sari, K. N., & Wibowo, A. (2021). Pemanfaatan Limbah Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao* L.) sebagai Pupuk Organik untuk Meningkatkan Kesuburan Tanah. *WARTA Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia.*, 25-30.
- [21] Sinaga, R. N., & Hasibuan, R. (2017). Pembuatan Briket Dari Kulit Kakao Menggunakan Perekat Kulit Ubi Kayu. *Jurnal Teknik kimia*, 21-27.
- [22] Sulihono, A., Tarihoran, B., & Agustina, T. E. (2012, Desember). Pengaruh Waktu, Temperatur dan Jenis Pelarut Terhadap Ekstraksi Pektin Dari Kulit Jeruk Bali (*Citrus Maxima*). *Jurnal Teknik Kimia*, 18, 1-8.
- [23] Tambunan, A. Y., Azhari, & Dewi, R. (2022). Pemanfaatan Limbah Kulit Jeruk Manis Sebagai Pektin Dengan Metode Ekstraksi. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 112-121.
- [24] Thakur, B., Singh, R., Handa, A., & Rao, D. (2009). Chemistry and uses of pectin--a review. *Food Science & Technology Journals*, 47-73.