

## Penggunaan Alkohol Daur Ulang Dengan Metode Distilasi Adsorben Pada Proses Pengendapan Pektin Dari Kulit Jeruk

Mhd. Nuh<sup>1</sup>, Muji Paramuji<sup>2</sup>, Mahyu Danil<sup>3</sup>, Wan Bahroni Jiwar Barus<sup>4</sup>, Miranti<sup>5</sup>, Aprilawati Sitompul<sup>6</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Dosen Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Islam Sumatera Utara

[mhd\\_nuh@uisu.ac.id](mailto:mhd_nuh@uisu.ac.id) (1), [paramuji2@gmail.com](mailto:paramuji2@gmail.com) (2), [mahyudanil1909@gmail.com](mailto:mahyudanil1909@gmail.com) (3),  
[wanbahroni@fp.uisu.ac.id](mailto:wanbahroni@fp.uisu.ac.id) (4), [mirantiuli@gmail.com](mailto:mirantiuli@gmail.com) (5) [aprilawatisitompul@gmail.com](mailto:aprilawatisitompul@gmail.com) (6)

### ABSTRAK

Daur ulang alkohol merupakan solusi strategis untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan dalam proses produksi berbasis pelarut, khususnya pada ekstraksi dan pengendapan pektin dari kulit buah jeruk manis (*Citrus sinensis*). Dalam proses pengolahan pektin, etanol digunakan sebagai agen pengendap utama, namun sifatnya yang volatil dan mahal membuat penggunaannya secara berulang menjadi tantangan tersendiri. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas daur ulang alkohol menggunakan metode distilasi adsorben serta mengkaji pengaruh jenis dan jumlah adsorben terhadap kualitas pektin yang dihasilkan. Dua jenis adsorben yang digunakan yaitu silika gel dan zeolit sintetis 3A, dengan variasi konsentrasi 0%, 10%, 20%, dan 30% terhadap alkohol destilat sebanyak 500 ml. Proses daur ulang diawali dengan distilasi alkohol sisa selama 100 menit pada suhu 100 °C, dilanjutkan dengan pemurnian menggunakan adsorben melalui refluks selama 60 menit. Alkohol hasil pemurnian kemudian digunakan kembali untuk proses pengendapan pektin dari larutan ekstrak kulit jeruk yang telah diproses menggunakan HCl 0,2 N. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemurnian alkohol dengan zeolit menghasilkan kadar alkohol yang lebih tinggi dibandingkan silika gel, yang berdampak signifikan pada peningkatan mutu pektin. Peningkatan jumlah adsorben terbukti menaikkan kadar metoksil dan kadar galakturonat pada pektin. Perlakuan terbaik diperoleh pada zeolit 30%, dengan kadar metoksil sebesar 8,26% dan kadar galakturonat sebesar 67,57%, keduanya memenuhi standar mutu pektin berdasarkan *International Pectin Producers Association* (IPPA). Secara keseluruhan, metode distilasi adsorben terbukti efektif dalam memurnikan alkohol sisa untuk digunakan kembali dalam proses pengendapan pektin. Hal ini tidak hanya meningkatkan kualitas produk akhir, tetapi juga memberikan dampak positif terhadap efisiensi biaya dan pengurangan limbah.

**Kata Kunci** : Alkohol, Distilasi adsorben, Pektin, Silika gel, Zeolit.

### ABSTRACT

Alcohol recycling is a strategic solution to improve efficiency and sustainability in solvent-based production processes, particularly in the extraction and precipitation of pectin from sweet orange (*Citrus sinensis*) peels. In pectin processing, ethanol is used as the primary precipitating agent; however, its volatility and high cost pose challenges for reuse. This study aimed to evaluate the effectiveness of alcohol recycling using an adsorptive distillation method and to analyze the influence of adsorbent type and concentration on the quality of the resulting pectin. Two types of adsorbents—silica gel and synthetic zeolite 3A—were tested at four concentration levels: 0%, 10%, 20%, and 30% of a 500 mL batch of recovered ethanol. The recycling process began with simple distillation at 100 °C for 100 minutes, followed by purification using activated adsorbents via reflux for 60 minutes. The purified ethanol was then reused in the precipitation of pectin extracted from orange peel using 0.2 N HCl. Results showed that zeolite 3A produced higher ethanol purity compared to silica gel, which significantly improved pectin quality. Increasing the amount of adsorbent led to elevated methoxyl and galacturonate levels in the pectin. The best treatment (30% zeolite) yielded methoxyl content of 8.26% and galacturonate content of 67.57%, both meeting the quality standards set by the International Pectin Producers Association (IPPA). Overall, the adsorptive distillation method proved effective in recycling ethanol for reuse in pectin precipitation. This approach not only enhanced the quality of the final product but also offered economic and environmental benefits by reducing the need for fresh ethanol and minimizing liquid waste.

**Keywords** : Absorbent distillation, Alcohol, Pectin, Precipitation, Silica gel, Zeolite

## **I. PENDAHULUAN**

### **1. Latar Belakang**

Pektin merupakan polisakarida alami yang banyak ditemukan pada dinding sel tanaman, khususnya pada kulit buah-buahan seperti jeruk. Senyawa ini memiliki peranan penting dalam berbagai industri, terutama makanan dan farmasi, sebagai bahan pengental, pembentuk gel, dan stabilisator. Di Indonesia, kebutuhan pektin sebagian besar masih dipenuhi melalui impor, meskipun potensi bahan baku lokal sangat melimpah, terutama dari limbah kulit jeruk manis (*Citrus sinensis*). Pemanfaatan limbah pertanian ini dapat meningkatkan nilai tambah sekaligus mengurangi limbah organik. Proses ekstraksi pektin umumnya melibatkan pelarutan dengan asam dan pengendapan menggunakan etanol sebagai pelarut nonpolar. Namun, penggunaan etanol secara masif menimbulkan dua masalah utama: biaya produksi yang tinggi dan potensi pencemaran lingkungan akibat limbah alkohol. Terlebih, etanol yang digunakan biasanya sekali pakai karena sulit dipulihkan kemurniannya secara efisien dengan metode distilasi konvensional, terutama karena pembentukan azeotrop dengan air yang membatasi kadar maksimum etanol sekitar 96%. Oleh karena itu, pengembangan metode pemurnian ulang etanol yang efisien dan berkelanjutan sangat diperlukan untuk mendukung proses ekstraksi pektin yang ramah lingkungan dan ekonomis. Metode distilasi adsorben, yang menggabungkan distilasi sederhana dengan penggunaan bahan adsorben berpori seperti silika gel dan zeolit 3A, menawarkan solusi potensial. Silika gel dan zeolit 3A mampu menyerap molekul air secara selektif sehingga dapat meningkatkan kemurnian etanol hasil daur ulang. Namun, efektivitas metode ini dalam konteks penggunaan ulang etanol untuk pengendapan pektin dan pengaruh variasi jenis serta jumlah adsorben terhadap kualitas pektin masih belum banyak diteliti secara mendalam. Penelitian ini bertujuan untuk mengisi kekosongan tersebut dengan mengevaluasi kinerja distilasi adsorben dalam memurnikan etanol sisa, sekaligus menganalisis dampaknya terhadap rendemen dan mutu pektin dari kulit jeruk manis. Dengan hasil yang diharapkan dapat memperbaiki efisiensi dan keberlanjutan proses produksi pektin, penelitian ini berkontribusi pada pengembangan teknologi pengolahan hasil pertanian yang lebih ramah lingkungan serta mendukung prinsip ekonomi sirkular di industri skala kecil dan menengah.

### **2. Perumusan Masalah**

Dari latar belakang tersebut dapat dirumuskan permasalahan yaitu :

1. Seberapa efektif metode distilasi adsorben menggunakan silika gel dan zeolit 3A dalam memurnikan etanol sisa hasil pengendapan pektin?
2. Bagaimana pengaruh jenis dan konsentrasi adsorben terhadap kadar kemurnian etanol hasil distilasi adsorben?
3. Apakah penggunaan etanol hasil daur ulang melalui distilasi adsorben mempengaruhi kualitas pektin yang dihasilkan dari kulit jeruk manis?
4. Parameter kualitas pektin apa saja yang terpengaruh oleh variasi jenis dan jumlah adsorben dalam proses daur ulang etanol?

### **3. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari pada penelitian ini adalah :

1. Menilai efektivitas metode distilasi adsorben dalam memurnikan etanol sisa hasil pengendapan pektin.
2. Menganalisis pengaruh jenis adsorben (silika gel dan zeolit 3A) serta konsentrasinya terhadap kadar kemurnian etanol hasil distilasi.

3. Mengevaluasi pengaruh penggunaan etanol hasil daur ulang terhadap kualitas pektin yang diekstraksi dari kulit jeruk manis (*Citrus sinensis*).
4. Menentukan parameter kualitas pektin (rendemen, kadar air, warna, kadar metoksil, dan kadar galakturonat) yang terpengaruh oleh perlakuan distilasi adsorben.
5. Memberikan rekomendasi penggunaan teknologi sederhana dan berkelanjutan dalam pemanfaatan limbah pelarut pada industri pengolahan hasil pertanian skala kecil dan menengah.

#### 4. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah :

1. Manfaat Akademis  
Penelitian ini dapat memperkaya kajian ilmiah di bidang teknologi pengolahan hasil pertanian, khususnya dalam pemanfaatan limbah dan daur ulang pelarut organik menggunakan metode distilasi adsorben. Selain itu, hasil penelitian ini dapat menjadi referensi untuk studi lanjutan terkait efisiensi ekstraksi bahan aktif dari limbah pertanian.
2. Manfaat Praktis  
Memberikan solusi teknis yang sederhana dan terjangkau bagi industri kecil dan menengah dalam mengurangi biaya penggunaan etanol melalui daur ulang, sekaligus menjaga kualitas produk pektin yang dihasilkan.
3. Manfaat Lingkungan  
Mendukung pengurangan limbah cair dan pencemaran lingkungan melalui pemanfaatan kembali etanol sisa proses produksi, serta mendorong penerapan prinsip ekonomi sirkular yang ramah lingkungan.

## II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di **Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian** Universitas Islam Sumatera Utara, serta sebagian analisis dilakukan di laboratorium kimia pangan. Waktu pelaksanaan penelitian berlangsung selama **3 bulan**. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit jeruk peras, silika gel, Zeolit sintetis 3A, alcohol, HCL, KOH, Indikator dan reagen untuk analisis pektin (NaOH, larutan fenol, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, dll) dan aquadest. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Alat distilasi sederhana, Refluks kondensor, Oven pengering, Timbangan analitik, Blender/penghancur bahan, Kertas saring, Spektrofotometer UV-Vis, Gelas ukur, labu erlenmeyer, pipet, tabung reaksi, dll. Penelitian ini menggunakan **rancangan acak lengkap (RAL)** dua faktor: Faktor 1: Jenis adsorben (**A1: Silika gel dan A2: Zeolit 3A**), Faktor 2: Jumlah adsorben (**B0: 0% (kontrol), B1: 10%, B2: 20% dan B3: 30%**). **Setiap perlakuan dilakukan dengan 3 ulangan**, sehingga terdapat total **24 unit percobaan**. Prosedur Penelitian; Tahap-1 Proses Ekstraksi Pektin dengan larutan HCl 0,2 N dari Kulit jeruk kering oven ( $\pm 60^{\circ}\text{C}$ ) 100 g dengan kadar air  $\pm 10\%$  dalam 1 L larutan HCl 0,2 N selama 1 jam pada suhu  $90^{\circ}\text{C}$ . Tahap ke-2 Pengendapan Pektin menggunakan Etanol teknis dengan perbandingan 2:1 (etanol:ekstrak). Tahap-3 Proses Daur Ulang dengan metode distilasi adsorben. Etanol bekas proses pengendapan dikumpulkan dan didistilasi selama 100 menit pada suhu  $100^{\circ}\text{C}$ , ditambahkan adsorben (silika gel atau zeolit) sesuai konsentrasi perlakuan, kemudian direfluks selama 60 menit. Tahap ke-4 Proses pengendapan Pektin dengan Etanol Hasil Daur Ulang. Parameter yang Diamati; Kemurnian Etanol Diukur menggunakan refraktometer atau metode titrasi (jika tidak tersedia alat GC). Parameter: kadar etanol (%) hasil distilasi dan adsorpsi. Kualitas Pektin ; Rendemen pektin (%), Kadar air (%), Warna pektin (secara visual atau menggunakan colorimeter), Kadar metoksil (%)

dan Kadar asam galakturonat (%). Data dianalisis menggunakan **analisis varian (ANOVA)** dua arah untuk melihat pengaruh **jenis adsorben** dan **konsentrasi adsorben** serta interaksinya terhadap variabel yang diamati. Jika terdapat perbedaan nyata, dilanjutkan dengan **uji lanjut Duncan's Multiple Range Test (DMRT)** pada taraf kepercayaan 5%..

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil uji statistik secara umum menunjukkan bahwa jenis dan jumlah adsorben memberi pengaruh terhadap kualitas alkohol daur ulang yang memberikan dampak terhadap kualitas pektin yang diperoleh, Parameter kualitas pektin yang diuji mencakup **rendemen, kadar air, warna, kadar metoksil, dan kadar galakturonat.**

**Tabel 1.** Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Jenis Adsorben Terhadap Kualitas Pektin

Perlakuan	Rendemen	Kadar Air	Warna	Metoksil	Galakturonat
A1 (silika)	11,28 a	19,75 a	2,31 a	6,57 a	58,39 a
A2 (zeolit)	10,66 a	19,50 a	2,52 b	7,1 a	59,22 b

**Tabel 2.** Hasil Uji Beda Rata-Rata Pengaruh Jenis Adsorben Terhadap Kualitas Pektin

Perlakuan	Rendemen	Kadar Air	Warna	Metoksil	Galakturonat
B0 (0%)	10,10 a	18,00 a	1,70 a	5,40 a	49,86 a
B1 (10%)	10,68 a	21,50 a	2,38 a	5,91 a	56,39 b
B2 (20%)	11,47 a	20,50 a	2,67 b	7,76 b	61,39 c
B3 (30%)	11,63 a	19,00 a	2,90 c	8,26 b	67,57 d

#### 1. Rendemen dan Kadar Air.

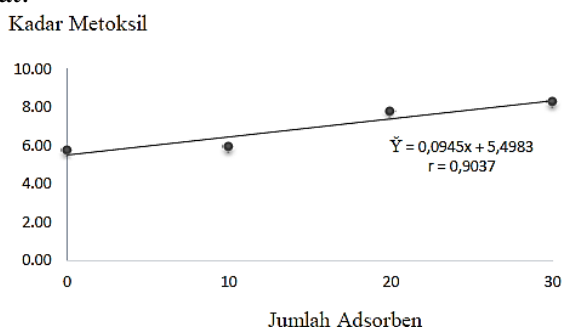
Hasil penelitian menunjukkan bahwa **jenis dan jumlah adsorben tidak berpengaruh signifikan** terhadap rendemen dan kadar air pektin. Ini menunjukkan bahwa efektivitas adsorben dalam proses daur ulang alkohol tidak secara langsung mempengaruhi kuantitas pektin yang diperoleh. Meskipun demikian, tidak ada perbedaan nyata yang mendorong perlakuan tertentu sebagai terbaik dalam hal ini.

#### 2. Warna Pektin

**Jenis dan jumlah adsorben** berpengaruh nyata terhadap warna pektin. Zeolit menghasilkan warna yang lebih cerah dibandingkan silika gel, dengan warna terbaik dicapai pada kombinasi **Zeolit 30% (A2B3)**. Secara ilmiah, warna pektin dipengaruhi oleh tingkat **kemurnian alkohol** hasil adsorpsi. Alkohol murni mencegah reaksi pencoklatan, baik enzimatis (oleh LPPO) maupun non-enzimatis (reaksi Maillard), selama proses ekstraksi dan pengeringan. Warna cokelat muda pada pektin menunjukkan **kemurnian tinggi** dan **minimnya degradasi senyawa bioaktif**. Alkohol yang lebih murni dapat menghasilkan pektin dengan struktur yang lebih stabil dan Mencegah degradasi senyawa aktif yang menyebabkan warna gelap. Reaksi Pencoklatan (Browning Reaction) Warna cokelat pada pektin yang disebabkan oleh reaksi enzimatis: Aktivitas latent polyphenol oxidase (LPPO) mengoksidasi senyawa fenol menjadi kuinon → membentuk polimer berwarna cokelat (Hanum & Tarigan, 2012). Warna yang terlalu gelap mengindikasikan degradasi bahan aktif atau pembentukan produk samping yang tidak diinginkan. Desmawarni & Hamzah (2017): Reaksi pencoklatan non-enzimatis terjadi selama pengeringan gel pektin.

### 3. Kadar Metoksil

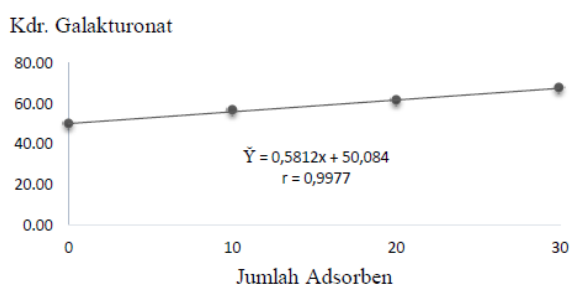
Kadar metoksil dipengaruhi sangat nyata oleh **jumlah adsorben**, tetapi **tidak oleh jenis adsorben**. Semakin tinggi jumlah adsorben, semakin murni alkohol yang digunakan, sehingga semakin kecil kemungkinan terjadinya **demetilasi** (hilangnya gugus metil) selama presipitasi. Chua et al. (2018): Proses demetilasi menghasilkan pektin dengan kadar metoksil yang dipengaruhi oleh kondisi ekstraksi dan kemurnian pelarut. Pada perlakuan B3 (30% adsorben), kadar metoksil mencapai **8,26%**, masuk dalam kategori **HM Pectin (High Methoxyl)**. Ini sangat penting karena pektin tipe HM banyak digunakan dalam industri makanan sebagai pengental dan pembentuk gel dalam kondisi asam dan tinggi gula. Sulfy (2015): Alkohol murni membantu mempertahankan gugus metil selama presipitasi pektin. dan IPPA (2003): Menetapkan standar mutu pektin berdasarkan kadar metoksil dan galakturonat.



Gambar 1. Kadar Metoksil

### 4. Kadar Galakturonat

Jenis dan jumlah adsorben berpengaruh sangat nyata terhadap kadar galakturonat. Zeolit menghasilkan kadar galakturonat lebih tinggi daripada silika gel karena memiliki daya adsorpsi air dan kotoran yang lebih baik, sehingga meningkatkan kemurnian alkohol.



Gambar 2. Kadar Galaturonat

Peningkatan jumlah adsorben meningkatkan kadar galakturonat karena menghasilkan alkohol yang lebih murni, yang memperbaiki efisiensi presipitasi pektin. Semakin banyak adsorben → alkohol daur ulang semakin murni → efektivitas pengendapan protopektin menjadi pektin meningkat. • Protopektin (kompleks polisakarida tidak larut air) akan terurai menjadi pektin larut → menghasilkan galakturonat sebagai bagian utamanya. Widiastuti (2015): Alkohol dapat menghidrolisis protopektin menjadi pektin larut dengan kandungan galakturonat tinggi dan Sulfy (2015): Galakturonat tinggi adalah indikator penting pektin bermutu baik untuk industri makanan. Perlakuan **Zeolit 30% (A2B3)** memberikan hasil tertinggi yaitu **67,57%**, melebihi standar mutu **IPPA (≥ 65%)**.

Nuh M, Paramuji M, Danil M, Bahroni Jiwar Barus W, Miranti, Sitompul A : Penggunaan Alkohol Daur Ulang Dengan Metode Distilasi Adsorben Pada Proses Pengendapan Pektin Dari Kulit Jeruk

Galakturonat tinggi menunjukkan pektin dengan **kemurnian tinggi** dan kemampuan **gelasi optimal**, yang sangat diinginkan untuk aplikasi industri.

#### IV. KESIMPULAN

1. **Rendemen dan kadar air** pektin tidak terpengaruh signifikan oleh jenis dan jumlah adsorben.
2. **Warna pektin** meningkat secara nyata dengan penggunaan zeolit dan penambahan jumlah adsorben, dengan hasil terbaik pada **Zeolit 30%**
3. **Kadar metoksil** meningkat signifikan seiring peningkatan jumlah adsorben. Perlakuan **B3 (30%)** menghasilkan pektin kategori **HM Pectin** dengan nilai 8,26%.
4. **Kadar galakturonat** menunjukkan pengaruh sangat nyata oleh jenis dan jumlah adsorben. **Zeolit 30% (A2B3)** menghasilkan kadar tertinggi (67,57%), memenuhi standar mutu IPPA.
5. Kombinasi terbaik adalah **Zeolit 30%**, karena menghasilkan pektin berkualitas tinggi secara visual dan kimiawi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, R., Asbari, M., & Damayanti, M. S. (2023). Tiga Level Proses Belajar Efektif: Fundamental, Insightful Knowledge, Specific Skill. 01(02), 339–342.
- Adiati, C. C., Firdaus, R., & Nurwahidin, M. (2023). Efektivitas Video Animasi Terhadap Hasil Belajar Siswa. 69–81.
- Akbar Iskandar dkk, Aplikasi Pembelajaran Berbasis TIK, ( Yayasan Kita Menulis,2020), hal. 52
- Andrasari, A. N., Haryanti, Y. D., Yanto, A., & Majalengka, U. (2022). Media Pembelajaran Video Animasi Berbasis Kinemaster Bagi Guru Sd. 76–83.
- Anjani, A., Syapitri, G. H., Lutfia, R. I., & Tangerang, U. M. (2020). Analisis Metode Pembelajaran Di Sekolah Dasar. 4(20), 67–85.
- Apsari, Putri Nandita. 2018. Media Pembelajaran Matematika Berbasis Android Pada Materi Program Linear, vol.7 No.1 2442-5419. Universitas Muhammadiyah Metro
- Asih, L. K., Atikah, C., Pendidikan, T., Sultan, U., & Tirtayasa, A. (2023). Jurnal Ilmiah Pendidikan Citra Bakti Pengembangan Media Pembelajaran Video Animasi. 10, 386–400.
- Asnawati, Y. (2023). Pengembangan Media Vidio Animasi Berbasis Aplikasi Canva Untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa. 9, 64–72.
- Astin, N., Aprilia, P., & Safitri, L. (2022). Pembuatan Video Animasi Sebagai Media Pembelajaran Untuk Anak Usia Dini Pada Komunitas Pelajar Mengajar Surabaya. Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat Indonesia, 1(5), 37–46.
- Azis, T. N. (2019). Strategi Pembelajaran Era Digital. Annual Conference on Islamic Education and Social Sains (ACIEDSS 2019), 1(2), 308–318.
- BSNP. (2014). Ksi-kisi Lembar Penilaian Materi. Buku Teks Pembelajaran Pendidikan Dasar dan Menengah, 106-145. [https:// eprints.uny.ac.id/9509/24/LAMPIRAN 1.1-1.10.Pdf](https://eprints.uny.ac.id/9509/24/LAMPIRAN_1.1-1.10.Pdf)
- Cholifah, T. N., & Saputro, G. I. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Vidam (Video Animasi) Pembelajaran Tematik Untuk Meningkatkan Minat Belajar Siswa Kelas 3 Sd. 2(2), 120–130.
- Dakhi, A. S., & Selatan, N. (2020). Peningkatan Hasil Belajar Siswa. 8(2), 468–470.
- Dewayanti, A., Heru, H., Suryanti, S., & Wicaksono, A. G. (2021). Analisis Video Animasi Inovatif Dalam Pembelajaran Ipa Pada Masa Pandemi Covid 19. 4(2), 188–195.

Nuh M, Paramuji M, Danil M, Bahroni Jiwat Barus W, Miranti, Sitompul A : Penggunaan Alkohol Daur Ulang Dengan Metode Distilasi Adsorben Pada Proses Pengendapan Pektin Dari Kulit Jeruk

Accepted Date	Revised Date	Decided Date	Accepted to Publish
28 Juni 2025	11 Juli 2025	15 juli 2025	Ya