

PENENTUAN KESETIMBANGAN LEACHING ANTOSIANIN DARI KELOPAK BUNGA ROSELLA MENGGUNAKAN CONTINUOUS SCREW EXTRACTOR

Nurcahyo^{1,*}, Irinda Fitri¹, Nabila Suri Oktaviani¹, Fitria Yulistiani¹

¹Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Bandung

*E-mail: nurcahyoms@yahoo.com

ABSTRAK

Rosella merupakan salah satu sumber zat antosianin. Antosianin diambil dari kelopak bunga rosella menggunakan metode *leaching*. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan tahap kesetimbangan *leaching* antosianin dari kelopak bunga Rosella menggunakan *continuous screw extractor*. Tahapan *leaching* dimulai dengan penyaringan dan pengecilan ukuran kelopak bunga rosella. Selanjutnya, dilakukan variasi rasio pelarut dan padatan (L/S) pada tahap maserasi. Konsentrasi hasil ekstrak (*overflow*) dan cairan hasil perasan (*underflow*) digunakan untuk membuat diagram kesetimbangan yang kemudian digunakan untuk perancangan dan penentuan jumlah tahap kesetimbangan. Rasio pelarut dan padatan yang digunakan pada *screw extractor* yaitu 1,5:1, waktu kontak efektif 411 detik, laju alir pelarut air 1,633 g/detik, dan laju alir padatan 1,089 g/detik. Dengan menggunakan diagram kesetimbangan, didapatkan *Number of Transfer Unit* (NTU) sebesar 4 tahap, panjang kolom (Z) sebesar 0,42 m, dan nilai *Height of Transfer Unit* (HTU) sebesar 0,12 m.

Kata kunci: diagram kesetimbangan, *leaching*, maserasi, Rosella, *screw extraction*.

ABSTRACT

The purpose of this research is to find the equilibrium of anthocyanin extracted from Rosella flower petals using a continuous screw extractor. The first step in this research is to filter and reduce the size of the rosella petals, followed by maceration with liquid/solid ratios (L/S) variation. The concentrations of the extract (*overflow*) and the rafinate are used to generate an equilibrium diagram (*underflow*). In a continuous screw extractor, the equilibrium diagram is used to design and determine the number of leaching stages. The screw extractor has a contact time of 411 s, an L/S ratio of 1.5:1, a water solvent flow rate of 1.633 g/s, and a solids flow rate of 1.089 g/s. Four equilibrium stages are defined as the Number of Transfer Unit (NTU) value, the length of the extractor column as the Z value of 0.42m, and the Height of Transfer Unit (HTU) value of 0.12m.

Keywords: equilibrium diagram, *leaching*, maseration, Rosella, screw extraction.

PENDAHULUAN

Rosella (*Hibiscus sabdariffa L*) banyak dimanfaatkan sebagai tanaman obat, tanaman hias, dan bahan baku serat goni. Rosella saat ini menjadi tanaman yang diminati untuk dibudidayakan sehingga nilai ekonominya meningkat.

Kelopak bunga Rosella memiliki kandungan antosianin sebesar 0,7% massa (Hidayah, 2011). Ekstrak kelopak bunga Rosella diharapkan memiliki

konsentrasi antosianin yang tinggi. Pengambilan ekstrak kelopak bunga Rosella umumnya dilakukan dengan cara direbus ataupun diseduh dengan air mendidih. Teknologi lain yang telah digunakan untuk mengekstrak antosianin adalah teknologi ekstraksi menggunakan *microwave* (Álvarez *et al.*, 2021), ekstraksi cair-cair (Salamon *et al.*, 2015), dan ekstraksi padat cair (Ryu *et al.*,

2020). Kekurangan dari berbagai proses tersebut

terutama pada penggunaan suhu tinggi yang dapat merusak kualitas antosianin serta waktu operasi yang lama. Ketika dipanaskan, antosianin dapat terpolimerisasi dan menyebabkan sifat antioksidannya berkurang. Sebanyak 24% antosianin dalam bentuk cyanidin-3-glucoside dari ekstrak Anggur Muscadine terdegradasi ketika dipanaskan pada 75°C selama 15 detik (Del Pozo-Insfran *et al.*, 2007).

Salah satu teknik ekstraksi yang dapat diterapkan pada kelopak bunga Rosella adalah menggunakan *counter current screw extractor* yang dioperasikan secara kontinyu pada suhu kamar. Teknik yang sama telah diterapkan pada proses ekstraksi arabinoxylans (Jacquemin *et al.*, 2015) dan polyphenol (Celhay *et al.*, 2014), namun belum digunakan pada proses ekstraksi antosianin dari kelopak bunga Rosella.

Teknik ini belum banyak digunakan untuk penelitian skala laboratorium karena kebutuhan pelarut yang cukup banyak dan kebutuhan diagram kesetimbangan untuk menentukan kondisi operasinya. Meskipun demikin, proses ekstraksi kontinyu memberikan laju dan kapasitas produksi yang lebih besar dibandingkan proses non-kontinyu (Wiesenborn *et al.*, 1999). Oleh karena itu, penelitian ini ditujukan untuk mengetahui tahap kesetimbangan dan kondisi operasi *leaching* antosianin dari kelopak bunga Rosella menggunakan *continuous screw extractor*.

METODE

Peralatan *leaching* yang digunakan adalah *Continuous Solid-Liquid Extraction Pilot Plant*. Tahapan pengambilan data yang dilakukan adalah *pre-treatment*, maserasi dan penentuan konsentrasi, pembuatan diagram

kesetimbangan *leaching*, dan pengambilan ekstrak kelopak bunga Rosella menggunakan *Continuous Screw Extractor*.

Pre-Treatment

Pengotor kelopak bunga dipisahkan dengan metode penyaringan. Ukuran kelopak tersebut dapat diperkecil sesuai dengan kebutuhan proses berikutnya. Kelopak yang digunakan pada tahapan pembuatan kurva kalibrasi dan kurva kesetimbangan diperkecil ukurannya. Sementara itu, tidak dilakukan pengecilan ukuran teradap kelopak yang digunakan pada alat *screw extractor*.

Proses Maserasi dan Penentuan Konsentrasi Antosianin

Proses maserasi dilakukan dengan mencampurkan kelopak bunga Rosella dengan air di dalam erlenmeyer dan dilakukan pengocokan selama 15 menit. Setelah itu larutan didiamkan selama 24 jam di dalam *shaker*. Rasio pelarut terhadap padatan divariasikan sebesar 15:1, 20:1, 25:1, 30:1, 35:1 dan 40:1 pada suhu kamar. Rasio ini disesuaikan dengan rentang kapasitas alat ekstraksi kontinyu yang tersedia. Analisis spektrofotometri pada panjang gelombang 520 nm untuk mengetahui absorbansi larutan. Konsentrasi antosianin dihitung menggunakan persamaan:

$$C \left(\frac{mg}{L} \right) = \frac{A \times MW \times 1000 \times D}{\epsilon \times l}$$

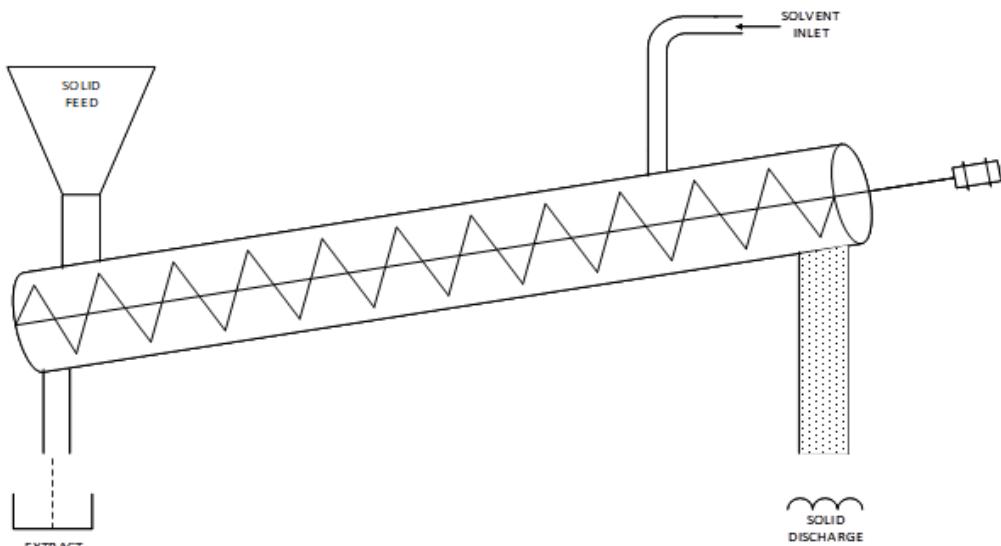
dengan A absorbansi; MW berat molekul sianidin-3-glukosida (448,8 g/mol); D faktor pengenceran; l panjang kuvet (cm); dan ε absorptivitas molar sianidin-3-glukosida (26.900 L/mol.cm) (IDHAM *et al.*, 2012).

Pembuatan Diagram Kesetimbangan *Leaching*

Ekstrak (*overflow*) dan slurry (*underflow*) hasil maserasi dipisahkan larutan dikonversi menjadi fraksi massa dan nilai N untuk digunakan dalam pembuatan diagram kesetimbangan. *Tie line* pada diagram kesetimbangan diharapkan memiliki gradien positif karena nilai fraksi zat terlarut dan zat *inert* berada pada rentang 0 s.d. 1 (Geankoplis, 1993).

untuk diketahui konsentrasinya melalui analisis spektrofotometri. Konsentrasi **Leaching Kelopak Bunga Rosella menggunakan Continuous Screw Extractor**

Laju alir pelarut dan padatan yang digunakan pada alat *screw extractor* (Gambar 1) diperoleh setelah dilakukan proses kaliberasi laju alir, yaitu 6,12 kg/jam untuk aliran pelarut dan 3,92 kg/jam untuk aliran padatan. Konsentrasi *overflow* (ekstrak) dan *underflow* (perasan) diperoleh melalui analisis spektrofotometri. Hasil tersebut digunakan untuk menentukan jumlah tahap *leaching* atau NTU menggunakan diagram kesetimbangan.



Gambar 1. Skema Alat *Continuous Screw Extractor*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi antosianin dalam *underflow* dan *overflow* untuk larutan hasil maserasi diberikan dalam Tabel 1. Terlihat bahwa peningkatan rasio L/S menyebabkan penurunan konsentrasi antosianin baik pada *underflow* maupun *overflow*.

Tabel 1. Konsentrasi antosianin pada *overflow* dan *underflow* hasil maserasi

| No. | Rasio L/S | Konsentrasi antosianin pada <i>Underflow</i> (mg/l) | Konsentrasi antosianin pada <i>Overflow</i> (mg/l) |
|-----|-----------|---|--|
| 1 | 15/1 | 23,49 | 19,19 |
| 2 | 20/1 | 20,32 | 15,97 |
| 3 | 25/1 | 15,52 | 11,58 |
| 4 | 30/1 | 13,1 | 9,44 |
| 5 | 35/1 | 10,54 | 8,51 |

| No. | Rasio L/S | Konsentrasi antosianin pada Underflow (mg/l) | Konsentrasi antosianin pada Overflow (mg/l) |
|-----|-----------|--|---|
| 6 | 40/1 | 10,06 | 7,94 |

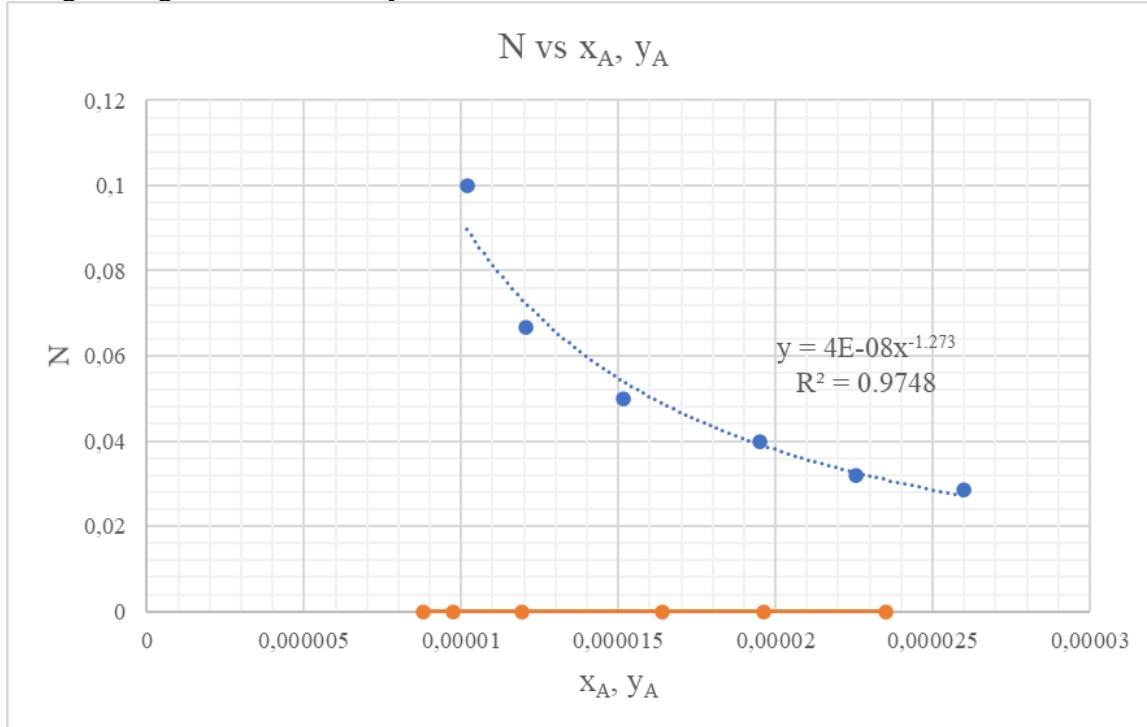
Hasil konversi konsentrasi antosianin dalam *overflow* dan *underflow* menjadi fraksi massa (x_A dan y_A) disandingkan dengan N (perbandingan padatan dengan cairan) untuk mendapatkan diagram kesetimbangan. Dalam diagram kesetimbangan (Gambar 2) terdapat 2 kurva, yaitu kurva N_A-y_A dan kurva N_0-x_A .

Penentuan *tie line* dilakukan dengan menghubungkan titik x_A dan y_A . *Tie line*

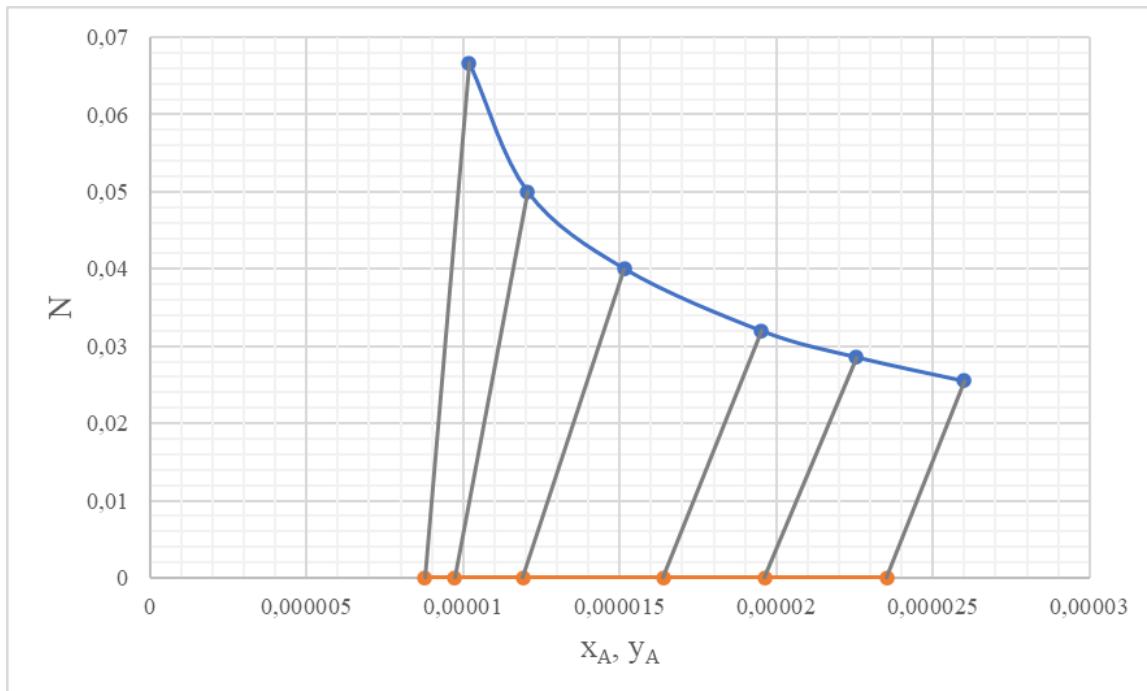
Hasil Pembuatan Diagram Kesetimbangan

yang dihasilkan (Gambar 3) tidak vertikal dan memiliki gradien positif (tidak 0). *Tie line* vertikal (0) dapat terbentuk apabila waktu kesetimbangan mencapai nilai tak hingga (Treyball, 1980).

Gradien bernilai positif menunjukkan bahwa konsentrasi antosianin pada *overflow* lebih rendah dibandingkan pada *underflow*. Perbedaan konsentrasi merupakan pendorong terjadinya perpindahan massa difusi zat terlarut (Treyball, 1980).



Gambar 2. Diagram Kesetimbangan Antosianin-Air



Gambar 3. Tie line pada Diagram Kesetimbangan

Penggunaan Diagram Kesetimbangan pada Proses *Leaching* Kontinyu

Jumlah tahap kesetimbangan proses *leaching* kontinyu diperoleh dari diagram kesetimbangan pada Gambar 2 dan 3. Laju alir yang digunakan disesuaikan dengan kemampuan alat *leaching* kontinyu. Laju alir air yang digunakan adalah skala 40 (1,633 g/detik) yang merupakan nilai tengah skala pompa. Gambar 2 dan 3 menunjukkan rentang fraksi massa (sumbu x) yang sangat sempit sehingga rasio pelarut terhadap padatan diharapkan tidak terlalu besar. Rasio L/S yang terlalu besar akan menyebabkan nilai L_0 terlalu jauh, sehingga posisi titik Δ juga akan terlalu jauh dan menyulitkan penentuan tahap kesetimbangannya. Rasio L/S yang ditentukan adalah 1,5:1 sehingga dengan laju alir air yang sudah ditentukan sebelumnya terhitung laju alir padatan sebesar 1,089 g/detik.

Dengan menggunakan laju alir tersebut, proses *leaching* kontinyu mulai dilakukan dengan waktu kontak efektif 411 detik. Di akhir proses *leaching*,

konsentrasi antosianin dalam *overflow* dan *underflow* ditentukan. Konsentrasi antosianin pada *underflow* tidak dapat ditentukan karena Rosella yang keluar sudah tertiriskan cukup lama. Nilai M dapat ditentukan dari nilai rasio pelarut terhadap padatan. Titik L_N dapat dicari dengan menarik garis dari titik V_1 ke titik M. Garis tersebut kemudian diperpanjang agar memotong kurva N-y_A pada diagram kesetimbangan.

Penentuan NTU dan HTU

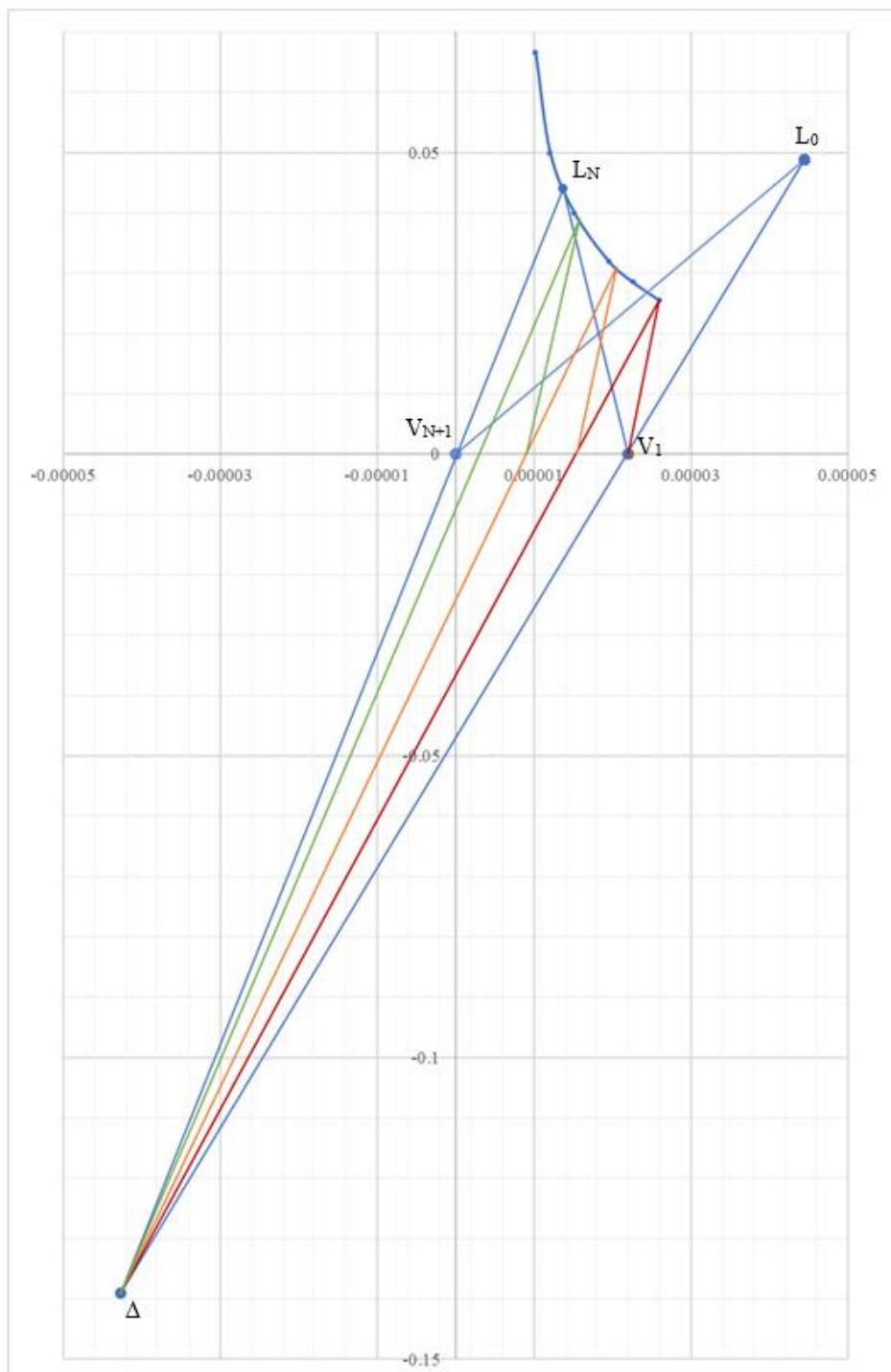
Jumlah tahap kesetimbangan dapat dilakukan setelah menghubungkan L_0 , V_1 , V_{N+1} , dan L_N . Titik Δ ditentukan dengan menarik garis L_0-V_1 kemudian diperpanjang, kemudian menarik garis L_N-V_{N+1} . Titik Δ merupakan perpotongan kedua garis tersebut.

Penentuan jumlah tahap kesetimbangan diawali dengan menarik garis V_1-L_1 dan $L_1-\Delta$. Perpotongan dengan sumbu x kemudian ditarik ke L_2 , lalu ke titik Δ dan seterusnya hingga mendekati titik L_N (Gambar 4). Warna-warna dalam gambar diberikan untuk

mempermudah perhitungan jumlah tahap kesetimbangan.

Melalui langkah di atas, diperoleh tahap kesetimbangan lebih dari 3 (dibulatkan menjadi 4). Jumlah tahap kesetimbangan didefinisikan sebagai

NTU (*Number of Transfer Unit*). Sementara itu, dari pengukuran panjang efektif, diperoleh Z sebesar 0,42 meter sehingga nilai HTU (*Height of Transfer Unit*) dapat dihitung sebesar 0,12 m.



Gambar 4. Penentuan Jumlah Tahap Kesetimbangan

SIMPULAN

Setelah dilakukan pengambilan data, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. *Leaching* antosianin dari kelopak bunga Rosella menggunakan *screw extractor* dapat dilakukan dengan laju alir pelarut 1,633 g/detik dan laju alir padatan sebesar 1,089 g/detik.
2. Nilai NTU dan HTU untuk proses *leaching* antosianin dari kelopak bunga Rosella menggunakan *screw extractor* adalah 4 tahap dan 0,12 m.

DAFTAR RUJUKAN

- Álvarez, A., Terreros, S., Cocero, M. J., & Mato, R. B. (2021). Microwave Pretreatment for the Extraction of Anthocyanins from Saffron Flowers: Assessment of Product Quality. *Antioxidants*, 10(7), 1054. <https://doi.org/10.3390/antiox10071054>
- Celhay, C., Mathieu, C. E., Candy, L., Vilarem, G., & Rigal, L. (2014). Aqueous extraction of polyphenols and antiradicals from wood by-products by a twin-screw extractor: Feasibility study. *Comptes Rendus Chimie*, 17(3), 204–211. <https://doi.org/10.1016/j.crci.2014.01.008>
- Del Pozo-Insfran, D., Del Follo-Martinez, A., Talcott, S. T., & Brenes, C. H. (2007). Stability of Copigmented Anthocyanins and Ascorbic Acid in Muscadine Grape Juice Processed by High Hydrostatic Pressure. *Journal of Food Science*, 72(4), S247–S253. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00316.x>
- Geankolis, C. J. (1993). *Transport Processes and Unit Operations* (3rd ed.). Prentice-Hall, Inc.
- Hidayah, N. (2011). *Pengaruh Ketinggian Tempat Tumbuh Rosella dan Jenis Bahan Rosella terhadap Aktivitas Antioksidan Teh Kombucha Rosella*. UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
- IDHAM, Z., MUHAMAD, I. I., & SARMIDI, M. R. (2012). DEGRADATION KINETICS AND COLOR STABILITY OF SPRAY-DRIED ENCAPSULATED ANTHOCYANINS FROM HIBISCUS SABDARIFFA L. *Journal of Food Process Engineering*, 35(4), 522–542. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4530.2010.00605.x>
- Jacquemin, L., Mogni, A., Zeitoun, R., Guinot, C., Sablayrolles, C., Saulnier, L., & Pontalier, P.-Y. (2015). Comparison of different twin-screw extraction conditions for the production of arabinoxylans. *Carbohydrate Polymers*, 116, 86–94. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2014.06.071>
- Ryu, D., Park, H.-M., & Koh, E. (2020). Effects of Solid-Liquid Ratio, Time, and Temperature on Water Extraction of Anthocyanin from Campbell Early Grape. *Food Analytical Methods*, 13(3), 637–646. <https://doi.org/10.1007/s12161-019-01688-0>
- Salomon, I., Mariychuk, R., & Grulova, D. (2015). OPTIMAL EXTRACTION OF PURE ANTHOCYANINS FROM FRUITS OF SAMBUCUS NIGRA. *Acta Horticulturae*, 1061, 73–78. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2015.1061.6>
- Treyball, R. E. (1980). *Mass-Transfer Operations* (Internatio). Mc Graw

- Hill Book.
- Wiesenborn, D. P., Wang, J., Chang, K. C., & Schwarz, J. G. (1999). Comparison of continuous and batch processes for pectin extraction from sunflower heads. *Industrial Crops and Products*, 9(3), 171–181.
[https://doi.org/10.1016/S0926-6690\(98\)00028-4](https://doi.org/10.1016/S0926-6690(98)00028-4)