

PRODUKSI SERBUK PEWARNA ALAMI DARI BUNGA TELANG (*CLITORIA TERNATEA* L.) DENGAN TRAY DRYER YANG DIDEHUMIDIFIKASI ZEOLIT

Friska Mauludifia¹, Shanintya Dhivya Astrinia²

^{1,2}Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Email: shanintyada@students.undip.ac.id

Abstract

[Production of Natural Colorant Powder from *Clitoria ternatea* L. using Zeolite-Dehumidified Tray Dryer] One of food additives that are usually added to food is coloring agents. The use of synthetic colorant in food products often causes health problems. Telang flowers, or *Clitoria ternatea* L., have blue color that indicates the presence of anthocyanins. Referring to this, the flowers can potentially become natural coloring agents. This research aims to yield colorant powder, study the effect of pH and temperature on anthocyanin content, study the effect of temperature and addition of maltodextrin on drying process. The research was conducted in two main stages, namely extraction and drying. The extract is varied in its pH to obtain pH with highest anthocyanin. Drying was carried out with variations in maltodextrin concentrations of 0 and 8%; temperatures of 30, 40, 50, 60, 70 and 80°C; and rate of drying air 3 m/s. The results showed that at pH 2, the highest total anthocyanin was obtained. The higher the drying temperature and maltodextrin concentration that is added, the drying process will be faster. Increasing the temperature causes the anthocyanin concentration obtained to be smaller.

Keywords: *Clitoria ternatea* L., ultrasound extraction, anthocyanin, maltodextrin, tray drying

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Zat aditif warna atau pewarna makanan adalah pewarna, pigmen, atau zat lain yang memberi warna ketika ditambahkan pada makanan, minuman atau bahan non-pangan (Amchova dkk., 2015). Saat ini, zat pewarna sintesis semakin banyak digunakan. Namun karena zat pewarna sintesis memiliki efek yang tidak baik bagi kesehatan, maka penggunaannya mulai dikurangi atau dikombinasi dengan pewarna alami.

Antosianin, karotenoid, senyawa fenolik, turunan bit, annatto dan beberapa kurkuminoid adalah pewarna alami yang paling umum digunakan (Martins dkk., 2016).

Salah satu contoh tumbuhan yang kaya antosianin adalah *Clitoria ternatea*. *Clitoria ternatea* L. atau bunga telang sudah sejak lama digunakan secara tradisional di Malaysia sebagai pewarna makanan alami dalam pembuatan *rice cake* (Azima dkk., 2017). *Clitoria ternatea* memiliki kandungan

antosianin yang lebih tinggi dibandingkan pada buah naga dan rosella yaitu sebesar 541 mg/100 g berat kering (Suppadit dkk., 2011). Oleh karena itu, bunga telang dapat digunakan sebagai alternatif zat pewarna alami untuk makanan.

Selama ini, pemakaian ekstrak bunga telang adalah dalam bentuk cair. Kusrini dkk. (2017) mengkaji ekstraksi bunga telang kering dengan proses ekstraksi ultrasonik. Konsentrasi antosianin yang diperoleh sebesar 10,42 mg/L. Anthika dkk. (2015) juga telah mengkaji ekstraksi bunga telang dengan proses ekstraksi ultrasonik, dan diperoleh kondisi optimum ekstraksi ultrasonik pada suhu 30°C selama 45 menit dengan perbandingan bahan dengan aquades sebagai pelarut sebesar 1:4. Konsentrasi antosianin yang diperoleh sebesar 42,02 mg/l.

Namun penyimpanan dalam bentuk cair memiliki kekurangan yaitu umur simpan yang pendek karena kadar airnya masih tinggi. Sebagai solusinya, ekstrak bunga telang disimpan dalam bentuk serbuk melalui proses pengeringan. Agar kandungan antosianin dalam produk tetap terjaga, sebaiknya menggunakan proses pengeringan dengan suhu pengeringan yang tidak terlalu tinggi. Namun apabila suhu pengeringan yang digunakan rendah, waktu pengeringannya akan semakin lama. Salah satu cara pengeringan yang dapat menghasilkan kualitas nutrisi yang terjaga dan memiliki efisiensi energi yang tinggi adalah dengan pengeringan dehumidifikasi dengan zeolit. Selain itu, proses pengeringan juga menjadi lebih cepat (Djaeni dkk., 2012b).

Djaeni (2012a) dalam penelitiannya telah mengkaji proses pengeringan menggunakan pengering adsorpsi zeolit, dengan karaginan sebagai bahan yang dikeringkan. Suhu yang dibutuhkan untuk mengeringkan bahan tidak terlalu tinggi yaitu hanya 40-60°C. Selain itu, penghematan waktu pengeringannya dapat mencapai 20-30%. Pada sistem pengeringan ini, udara sebagai media pengering diturunkan dahulu kelembabannya dengan menggunakan zeolit. Dengan rendahnya kelembaban, maka udara akan mampu menguapkan air dari bahan pada suhu yang rendah serta memiliki kapasitas penguapan air yang lebih besar. Dengan demikian, laju alir udara dapat dihemat, kebutuhan panas untuk proses dapat diturunkan dan waktu pengeringan menjadi lebih cepat.

Tujuan Penelitian

Secara umum, penelitian ini bertujuan untuk memproduksi serbuk pewarna alami dari bunga telang melalui proses ekstraksi dan pengeringan. Adapun secara khusus tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh pH terhadap kandungan antosianin, mengkaji pengaruh suhu terhadap proses pengeringan, mengkaji pengaruh suhu terhadap kandungan antosianin dan mengkaji pengaruh konsentrasi maltodextrin terhadap proses pengeringan.

TINJAUAN PUSTAKA

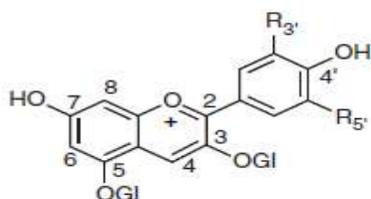
Bunga telang atau *Clitoria ternatea* L. memiliki bunga yang berwarna biru terang mirip kupu-kupu. Selain warna biru, bunga telang juga dapat ditemui dengan warna putih dan pink. Variasi warna bunga disebabkan oleh struktur kimia dari antosianin yang

terakumulasi dalam bunga (Kazzuma dkk., 2003). Menurut Suppadit dkk. (2011), bunga telang memiliki antosianin lebih tinggi dibandingkan pada buah naga dan rosella.



Gambar 1. Bunga Telang Warna Biru (a), Pink (b), dan Putih (c) (Kazzuma at al., 2003)

Antosianin memberikan warna oranye, merah, magenta, ungu dan biru pada bunga, buah, dan daun pada tumbuhan (Tanaka dkk., 2009). Pigmen ini telah banyak digunakan sebagai pewarna alami pada berbagai produk pangan dan berbagai aplikasi lainnya. Antosianin adalah suatu kelas dari senyawa flavonoid, yang secara luas terbagi dalam polifenol tumbuhan (Natalia, Haryono, & Budhi, 2013). Senyawa flavonoid memiliki potensi sebagai antioksidan karena memiliki gugus hidroksil yang terikat pada karbon cincin aromatik sehingga dapat menangkap radikal bebas yang dihasilkan dari reaksi peroksidasi lemak (Dewi dkk., 2014).



Gambar 2. Struktur Molekular Antosianin (Bechtold, 2009)

Untuk memperoleh antosianin dari bunga telang, dapat dilakukan dengan cara mengekstrak. Metode alternatif untuk mengekstrak antosianin adalah metode

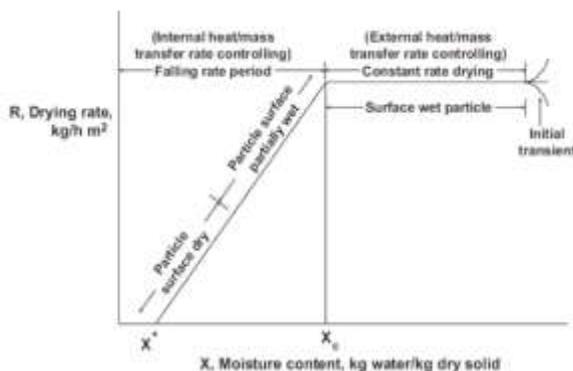
ekstraksi sonikasi (ultrasonik). Metode ini merupakan metode maserasi yang dimodifikasi dengan menggunakan bantuan ultrasonik (sinyal dengan frekuensi tinggi, 20 kHz). Hal ini dilakukan untuk memberikan tekanan mekanik pada sel hingga menghasilkan rongga pada sampel. Kerusakan sel dapat menyebabkan peningkatan kelarutan senyawa dalam pelarut dan meningkatkan hasil ekstraksi (Mukhriani, 2014).

Agar antosianin memiliki umur simpan yang lebih lama, ekstrak bunga telang sebaiknya disimpan dalam bentuk serbuk melalui proses pengeringan. Drying atau pengeringan adalah proses pengurangan kadar air sampai batas yang terbaik sekitar 8-10%, karena pada tingkat kadar air tersebut kemungkinan bahan cukup aman terhadap pencemaran, baik yang disebabkan oleh jamur ataupun insektisida (Haryani dkk., 2015). Kelebihan dari proses pengeringan adalah bahan menjadi lebih tahan lama, volume bahan kecil sehingga memudahkan pengangkutan dan pengepakan, berat bahan menjadi berkurang sehingga memudahkan pengangkutan (Fellows, 1992). Mujumdar (2004) dalam bukunya menjelaskan tentang kinetika pengeringan, mempertimbangkan pengeringan padatan basah dengan kondisi pengeringan tetap. Dalam kasus yang paling umum, setelah periode penyesuaian awal, dry-basis moisture content, X , menurun secara linear dengan waktu, t , setelah dimulainya penguapan. Hal ini diikuti oleh penurunan X yang non linier dengan t , setelah waktu yang lama, sampai padatan mencapai kadar kelembaban ekuilibriumnya, X^* dan pengeringan berhenti.

Laju pengeringan, N , didefinisikan sebagai:

$$N = -\frac{M_s dX}{A dt} = -\frac{M_s dX_f}{A dt}$$

Dimana N ($\text{kg}/\text{m}^2\text{h}$) yaitu laju penguapan air, A yaitu luas penguapan (mungkin berbeda dari daerah perpindahan panas) dan M yaitu massa bone dry solid. Plot dari N terhadap X (atau X_f) disebut kurva laju pengeringan.



Gambar 3. Kurva Laju Pengeringan

Djaeni dkk. (2012b) dalam penelitiannya menjelaskan proses pengeringan dengan cara adsorpsi menggunakan zeolit menjadi suatu pilihan untuk menggantikan sistem pengering konvensional. Pada sistem ini, zeolit dimanfaatkan untuk membuat udara kering dengan menurunkan relative humidity (RH). Udara kering yang terbentuk akan dialirkan ke tray yang berisi bahan yang akan dikeringkan untuk menguapkan kandungan airnya. Karena pada proses sebelumnya RH udara telah diturunkan, maka driving force proses pengeringan menjadi tinggi, sehingga air yang dapat diuapkan oleh udara menjadi lebih banyak. Udara akan menguapkan air dari bahan dan pada saat yang sama zeolit akan menyerap air dari udara.

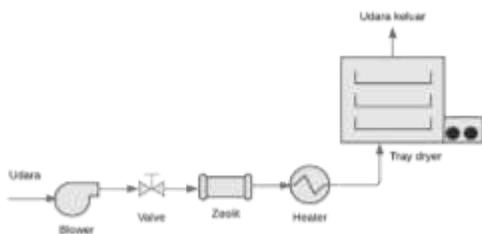
METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kelopak bunga telang biru kering, aquades sebagai solven, zeolite sebagai dehumidifier, KCl, HCl, CH_3COONa , dan NaOH. Sedangkan peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah neraca analitik, *ultrasonic bath*, pompa vakum, oven, *tray dryer* dehumidifikasi, pH meter, dan spektrofotometer UV-VIS.

Metode

Penelitian ini dilakukan melalui dua tahap utama. Tahap pertama yaitu ekstraksi ultrasonic lalu pengeringan dengan *tray dryer* dehumidifikasi zeolit. Langkah pertama, kelopak bunga telang direduksi ukurannya hingga 60 mesh. Kemudian dilakukan proses ekstraksi ultrasonik pada suhu 30°C selama 45 menit, dengan perbandingan bahan dan solven 1:4. Ekstrak bunga telang disaring menggunakan pompa vakum kemudian dilakukan pengaturan pH 2, 7 dan 10. Ekstrak kemudian dikarakterisasi dengan melakukan analisa antosianin. Ekstrak bunga telang ditambahkan maltodextrin sebagai bahan pengisi dengan konsentrasi 0 dan 8% w/v kemudian dikeringkan dalam *tray dryer* yang didehumidifikasi zeolit. Pengeringan dilakukan pada suhu $40, 50, 60, 70$ dan 80°C dengan laju udara pengering 3m/s dan penimbangan setiap 10 menit. Kemudian dilakukan analisa antosianin dan kadar air pada ekstrak yang telah dikeringkan.



Gambar 4. Tray dryer Dehumidifikasi Zeolite

Analisa Antosianin

Ekstrak sebanyak 1 ml dimasukkan dalam labu ukur 10 ml, kemudian diencerkan dengan menggunakan larutan buffer pH 1 sampai tanda batas. Kemudian lakukan hal yang sama dengan menggunakan larutan buffer pH 4,50 sampai tanda batas. Untuk mengukur kandungan antosianin maka absorbansi sampel diukur pada panjang gelombang (λ) 520 nm dan 700 nm menggunakan spektrofotometer (Handaratri, 2016).

Perhitungan absorbansi sampel (A):

dimana:

$$A = (A_{520nm} - A_{700nm})_{pH1,0} - (A_{520nm} - A_{700nm})_{pH4,5} \dots\dots\dots (1)$$

(Kusrini dkk., 2017)

Penentuan kadar antosianin (mg/L):

$$\text{Kadar antosianin (mg/L)} = \frac{A \times MW \times DF \times 1000}{\epsilon \times l} \dots\dots\dots (2)$$

(Kusrini dkk., 2017)

- A = absorbansi
- MW = berat molekul antosianin = 449,2 g/mol
- DF = faktor pengenceran
- ϵ = absorptivitas molar antosianin = 26.900 L/mol.cm
- l = lebar cuvet (cm)

Analisa Kadar Air

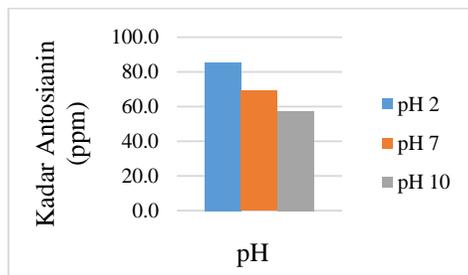
Cawan kosong dipanaskan dalam oven pada suhu 105°C selama 30 menit, didinginkan dalam desikator, kemudian ditimbang massanya (W_0). Ekstrak sebanyak 2 gram dimasukkan ke dalam cawan kemudian ditimbang massanya (W_1). Cawan yang berisi ekstrak kemudian dikeringkan dalam oven selama 1 jam pada suhu 105°C, didinginkan di dalam desikator, kemudian ditimbang massanya (W_2). Kadar air dapat dihitung dengan:

$$X_0 (\%) = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100\% \dots\dots\dots (3)$$

(AOAC, 2005)

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pengaruh pH terhadap Kandungan Antosianin



Gambar 5. Kandungan Antosianin pada ekstrak pH 2, 7 dan 10

Dari Gambar 5, dapat diketahui bahwa adanya perlakuan pH dapat mempengaruhi kadar antosianin dimana semakin tinggi pH maka kadar antosianin akan semakin berkurang. Hal tersebut dapat terjadi karena pada keadaan yang semakin asam akan menyebabkan pigmen antosianin berada dalam bentuk kation flavilium atau oxonium yang berwarna dan menyebabkan dinding sel vakuola yang pecah sehingga semakin

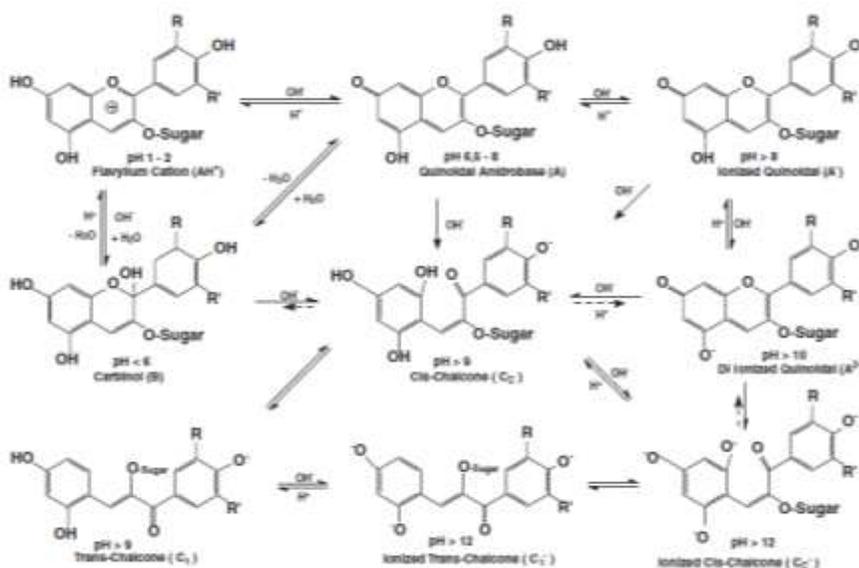
banyak antosianin yang terekstrak sehingga pengukuran absorbansi akan menunjukkan jumlah antosianin yang semakin besar (Fennema, 2008).

Pengaturan pH pada ekstrak juga mempengaruhi warna dari ekstrak, seperti yang terlihat pada Gambar 6. Perubahan warna tersebut dapat terjadi karena adanya perubahan struktur antosianin dari *flavylium cation* menjadi *carbinol pseudobase*, *quinoidal base* dan *chalcone* (Março dkk., 2011). Perubahan struktur antosianin dapat dilihat pada Gambar 11. Pada pH 1-2, antosianin dominan dalam bentuk *flavylium cation* yang memberikan warna merah dan ungu (Galán-Vidal dkk., 2008). Pada pH <6, terjadi kesetimbangan antara struktur *carbinol pseudobase* yang tidak berwarna dengan *quinoidal base* yang berwarna biru. Pada pH 6,5 hingga 8, antosianin dominan

dalam bentuk *quinoidal base* yang berwarna biru. Pada pH > 9, ekstrak akan berubah warna menjadi hijau kekuningan hingga kuning karena terjadi perubahan struktur antosianin dari *quinoidal base* menjadi *chalcone* (Março dkk. 2011). Juga telah dilakukan penelitian oleh Laleh, dkk (2006) terhadap stabilitas antosianin dari buah Berberies terhadap pengaruh pH, dengan meningkatnya pH menyebabkan kerusakan nyata terhadap antosianin dari sampel Berberies tersebut. Garam *flavylium* hanya stabil pada kondisi asam yang tinggi. Garam ini kehilangan proton dalam pH yang tinggi dan berubah bentuk menjadi *quinoidal base*.



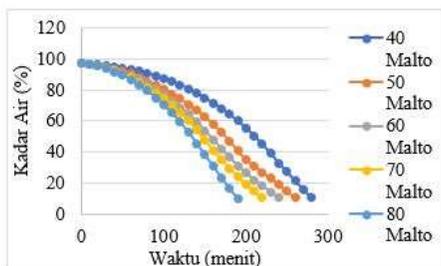
Gambar 7. Perubahan Struktur Antosianin pada berbagai pH



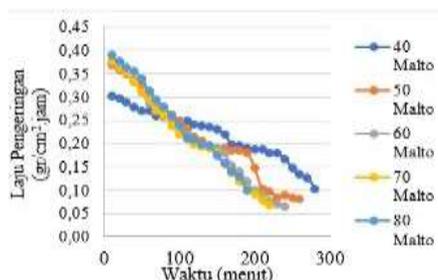
Gambar 6. Warna ekstrak pH 2, 7 dan 10 (Março dkk., 2011)

Pengaruh Suhu terhadap Proses Pengeringan

Ekstrak yang dikeringkan adalah ekstrak pada pH 2 karena memiliki kadar antosianin paling tinggi yaitu sebesar 85,54 ppm. Proses pengeringan dilakukan pada suhu 40, 50, 60, 70 dan 80°C yang hasilnya dapat dilihat pada Gambar 8 dan 9.



Gambar 8. Hubungan Waktu Pengeringan Dengan Kadar Air Ekstrak Pada Berbagai Variasi Suhu



Gambar 9. Hubungan Waktu Pengeringan Dengan Laju Pengeringan Pada Berbagai Variasi Suhu

Dari Gambar 8, dapat diketahui bahwa semakin tinggi suhu pengeringan maka proses pengeringan menjadi lebih cepat. Semakin tinggi suhu udara pemanas, makin besar energi panas yang dibawa dan semakin besar pula perbedaan antara medium pemanas dan bahan makanan. Hal ini akan mendorong makin cepatnya proses perpindahan atau penguapan air. Dampaknya

waktu pengeringan akan menjadi lebih singkat (Graciafernandy, 2012).

Semakin tinggi suhu udara pengering maka *relative humidity* udara makin rendah. *Relative humidity* yang rendah akan meningkatkan *driving force* proses pengeringan (Djaeni dkk., 2014). Dengan semakin rendah *relative humidity* udara pengering maka kadar air pada bahan akan semakin rendah, karena kadar air pada bahan akan berada pada kondisi berkesetimbangan dengan *relative humidity* udara. Semakin tinggi suhu, maka air yang ada dalam bahan akan semakin mudah terlepas, akibat semakin besarnya energi yang diberikan oleh udara pengering untuk melepaskan molekul air yang terikat dalam bahan seiring kenaikan suhu (Suherman dkk., 2012).

Namun seiring dengan berjalannya waktu, laju pengeringan akan semakin kecil seperti yang dapat dilihat pada Gambar 9. Hal ini dikarenakan saat awal proses pengeringan, *moisture content* bahan tinggi yang mengindikasikan terdapat perbedaan tekanan uap air bahan dan udara sekeliling, namun seiring berjalannya waktu akan terjadi penurunan *moisture content* dan beda tekanan uap air menurun. Perbedaan tersebut menyebabkan penguapan air dalam permukaan bahan akan berkurang sehingga kecepatan pengeringan ikut menurun (Raquel dan Jose, 2003).

Pengaruh Suhu terhadap Kandungan Antosianin

Ekstrak yang dikeringkan adalah ekstrak pada pH 2 karena memiliki kadar antosianin paling tinggi yaitu sebesar 85,54 ppm. Dari hasil Analisa dengan spektrofotometer UV-

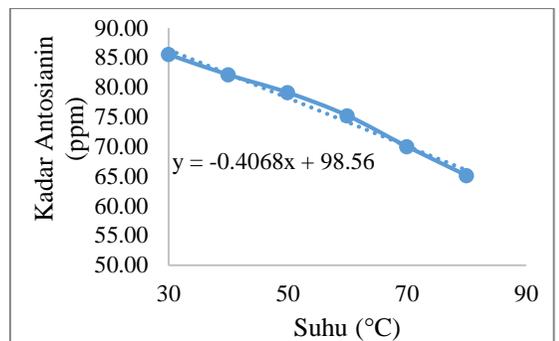
Vis, maka diperoleh data antosianin setelah pengeringan sebagaimana tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Kadar Antosianin Setelah Pengeringan (Hasil Percobaan)

No	Suhu (°C)	Kadar Antosianin hasil percobaan (ppm)	Kadar Antosianin hasil persamaan (ppm)
1.	40	82,126	82,288
2.	50	79,115	78,220
3.	60	75,224	74,152
4.	70	69,997	70,084
5.	80	65,120	66,016

Sumber: Hasil Analisis, 2020

Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa peningkatan suhu menyebabkan kadar antosianin yang diperoleh semakin kecil. Hal tersebut disebabkan karena pada suhu tinggi antosianin mengalami degradasi menjadi produk keton. Pada suhu lebih dari 70°C degradasi antosianin cukup signifikan (Dai dan Mumper, 2010). Kerusakan akibat pemanasan dapat terjadi melalui dua tahap, pertama terjadi hidrolisis ikatan glikosidik antosianin sehingga menghasilkan aglikon yang tidak stabil, kemudian cincin aglikon terbuka membentuk gugus *carbinol* dan *chalcone* yang menyebabkan perubahan warna (Brouillard, 1982). Dari Gambar 15 dapat diketahui laju degradasi penurunan konsentrasi antosianin mengikuti persamaan $r = d[\text{antosianin}]/dT = -0,4068T + 98,56$. Dimana r adalah konsentrasi atau kadar dan T adalah suhu. Dengan menggunakan persamaan tersebut akan diperoleh kadar antosianin pada berbagai suhu seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.



Gambar 10. Pengaruh Suhu Terhadap Kadar Antosianin

Pengaruh Konsentrasi Maltodextrin terhadap Proses Pengeringan

Ekstrak yang dikeringkan adalah ekstrak pada pH 2 karena memiliki kadar antosianin paling tinggi sehingga dianggap sebagai ekstrak pada kondisi optimum. Penambahan maltodekstrin pada ekstrak sebagai bahan pengisi bertujuan untuk mempercepat proses pengeringan (Yuliawaty, 2015). Pengaruh penambahan maltodekstrin terhadap waktu pengeringan untuk mencapai kadar air ±10 % dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh Penambahan Maltodekstrin Terhadap Waktu Pengeringan

Sampel	Maltodekstrin (%w/v)	Suhu (°C)	Waktu Pengeringan (menit)
1	0	40	300
2	0	50	280
3	0	60	260
4	0	70	250
5	0	80	230
6	8	40	280
7	8	50	260
8	8	60	240
9	8	70	220
10	8	80	190

Sumber: Hasil Analisis, 2020

Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui bahwa sampel dengan penambahan maltodekstrin (8 %w/v) dapat membuat proses pengeringan menjadi lebih cepat dibandingkan dengan sampel tanpa penambahan maltodekstrin (0 %w/v). Pada suhu yang sama, pengeringan dengan penambahan maltodekstrin membuat sampel lebih cepat mencapai berat konstan. Hal ini dikarenakan bahwa peningkatan kandungan maltodekstrin akan membuat peningkatan padatan dalam sampel dan pengurangan jumlah uap air yang akan diuapkan (Fazaeli dkk., 2012). Semakin banyak kandungan padatan terlarut dalam suatu larutan akan membuat larutan tersebut semakin kental sehingga viskositas larutan yang banyak mengandung padatan terlarut lebih besar. Total padatan yang terkandung dalam sampel tersebut nantinya dijadikan serbuk melalui proses pengeringan dengan *tray dryer*.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Dari penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa dengan adanya perlakuan pH dapat mempengaruhi kadar antosianin dimana semakin tinggi pH maka kadar antosianin akan semakin berkurang. Semakin tinggi suhu pengeringan maka proses pengeringan menjadi lebih cepat. Namun seiring dengan berjalannya waktu, laju pengeringan akan semakin kecil dikarenakan penguapan air dalam permukaan bahan yang berkurang sehingga kecepatan pengeringan ikut menurun. Adanya peningkatan suhu menyebabkan kadar antosianin yang diperoleh semakin kecil disebabkan karena pada suhu tinggi antosianin mengalami degradasi menjadi produk keton. Laju

degradasi penurunan konsentrasi antosianin mengikuti persamaan $r = d[\text{antosianin}]/dT = -0,4068T + 98,56$. Dimana r adalah konsentrasi atau kadar dan T adalah suhu. Pada suhu yang sama, pengeringan dengan penambahan maltodekstrin membuat sampel lebih cepat mencapai berat konstan.

Saran

Bunga telang dapat menjadi peluang untuk dibudidayakan karena potensinya sebagai pewarna alami sekaligus antioksidan yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat. Perlu dikaji mengenai proses pengeringan menggunakan *dryer* lain, serta dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kandungan antosianin pada bunga telang, dan penelitian mengenai suhu penyimpanan ekstrak bunga telang yang baik sehingga dihasilkan serbuk pewarna alami yang berkualitas.

DAFTAR PUSTAKA

- Anthika, B., Kusumocahyo, S. P., & Sutanto, H. 2015. Ultrasonic Approach in *Clitoria ternatea* (Butterfly Pea) Extraction in Water and Extract Sterilization by Ultrafiltration for Eye Drop Active Ingredient. *Procedia Chemistry*; 16(6): 237–244.
- AOAC. 2005. Solids (Total) and Moisture in Flour, Method 925.10 in Official Methods of Analysis, 18th Edition. Gaithersburg: AOAC International.
- Amchova, P., Kotolova, H., & Ruda-Kucerova, J. 2015. Health Safety Issues of Synthetic Food Colorants. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*; 73(3): 914–922.
- Azima, A. M. S., Noriham, A., & Manshoor, N. 2017. Phenolics, Antioxidants and Color Properties of Aqueous

- Pigmented Plant Extracts: *Ardisia colorata* var. *elliptica*, *Clitoria ternatea*, *Garcinia mangostana* and *Syzygium cumini*. *Journal of Functional Foods*; 38: 232–241.
- Bechtold, Thomas & Rita Mussak. 2009. *Handbook of Natural Colorants*. United Kingdom: Wiley & Sons Ltd.
- Brouillard, R. 1982. Chemical Structure of Anthocyanin in P. Markakis (ed), Anthocyanin as Food Colors. New York: Academic Press.
- Dai, J. dan R. J. Mumper. 2010. Plant Phenolics: Extraction, Analysis and Their Antioxidant and Anticancer Properties. *Molecules*; 15(10): 7313-7352.
- Dewi, N. W. O. A. C., Puspawati, N. M., Swantara, I. M. D., Asih, I. A. R. A., & Rita, W. S. 2014. Aktivitas Antioksidan Senyawa Flavonoid Ekstrak Etanol Biji Terong Belanda (*Solanum betaceum*, *syn*) dalam Menghambat Reaksi Peroksidasi Lemak pada Plasma Darah Tikus Wistar. *Cakra Kimia Indonesain E-Journal of Applied Chemistry*; 2(1): 7–16.
- Djaeni, M. 2012a. Peningkatan Kecepatan Proses Pengeringan Karaginan Menggunakan Pengereng Adsorpsi dengan Zeolit. *TEKNIK*; 33(1): 8–12.
- Djaeni, M. and Dessy Agustina Sari. 2014. Low Temperature Seaweed Drying Using Dehumidified Air. *Procedia Environmental Sciences*; 23: 2-10.
- Djaeni, M., Shofarudin, M. I., & Nugroho, T. 2012b. Proses Pengeringan Jamur Lingzhi (*Ganoderma lucidium*) Menggunakan Media Udara yang Didehumidifikasi oleh Zeolit Alam. *Jurnal Teknologi Kimia Dan Industri*; 1(1): 150–156.
- Fazaeli, M., Emam-Djomeh, Z., Kalbasi Ashtari, A. and Omid, M. 2012. Effect of Spray Drying Conditions and Feed Composition on The Physical Properties of Black Mulberry Juice Powder. *Food and Bioproducts Processing*; 90(4): 667-675.
- Fellows, P. 1992. *Food Processing Technology Principles and Practice*. New York: Ellis Howord.
- Fennema, Owen. 2008. *Food Chemistry, 4rd edition*. New York: Marcell Dekker, Inc.
- Galán-Vidal, C. A., Castañeda-Ovando, A., Pacheco-Hernández, M. L., Páez-Hernández, M. E., and Rodríguez, J. A. 2008. Chemical Studies of Anthocyanins: A Review. *Food Chemistry*; 113(4): 859-871.
- Graciafernandy, M. A., Ratnawati, & Buchori, L. 2012. Pengaruh Penambahan Zeolit 3A terhadap Lama Waktu Pengeringan Gabah pada Fluidized Bed Dryer. *Prosiding SNST Ke-3*; A(10): 51–54.
- Handaratri, Anitarakhmi & Leenawaty Limantara. 2016. Uji Antioksidan Antosianin Buah Murbei dengan Ekstraksi Sonikasi dan Maserasi. *Jurnal SAINTEK*; 13(2).
- Haryani, K., Suherman, dan Suryanto. 2015. Model Lapis Tipis Pengeringan Menggunakan Metode Pengering Rak. *Teknis*; 10(1): 11–16.
- Kazzuma, K., Noda N., Suzuki, M. 2003. Malonilated Flavonol Glycosides from The Petals of *Clitoria ternatea*. *Phytochemistry*; 62: 229–237.
- Kusrini, E., Tristantini, D., & Izza, N. 2017. Uji Aktivitas Ekstrak Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) Sebagai Agen Anti- Katarak. *Jurnal Jamu*

- Indonesia*; 2(1): 30–36.
- Laleh, G.H., Frydoonfar, H., Heidary R., Jamei R., and Zare S. 2006. The Effect of Light, Temperature, pH and Species on Stability of Anthocyanin Pigments in Four Berberis Species. *Pakistan Journal of Nutrition*; 5(1): 90-92.
- Março, P. H., Poppi, R. J., Scarminio, I. S., and Tauler, R. 2011. Investigation of the pH Effect and UV Radiation on Kinetic Degradation of Anthocyanin Mixtures Extracted from *Hibiscus acetosella*. *Food Chemistry*; 125: 1020-1027.
- Martins, N., Roriz, C. L., Morales, P., Barros, L., & Ferreira, I. C. F. R. 2016. Food Colorants: Challenges, Opportunities and Current Desires of Agro-Industries to Ensure Consumer Expectations and Regulatory Practices. *Trends in Food Science and Technology*; 52: 1–15.
- Mujumdar, A. S. 2004. *Guide to Industrial Drying: Principles, Equipment and New Developments*. Mumbai: IWSID.
- Mukhriani. 2014. *Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, dan Identifikasi Senyawa Aktif*. Makassar: Fakultas Ilmu Kesehatan UIN Alauddin Makassar.
- Natalia, S. L., Haryono, S., & Budhi, P. 2013. Karakteristik Antosianin Sebagai Pewarna Alami. *Seminar Nasional X Pendidikan Biologi FKIP UNS*, (Harborne 2005), 18–187.
- Raquel P. F. Guiné & José Almiro A. M. Castro. 2003. Analysis of Moisture Content and Density of Pears During Drying. *Drying Technology: An International Journal*; 21(3): 581-591
- Suherman, Purbasari, A., dan Aulia, M. P. 2012. Pengaruh Suhu Udara dan Berat Sampel pada Pengeringan Tapioka Menggunakan Pengering Unggun Terfluidakan. *Prosiding SNST ke-3*; A(9): 45-50.
- Suppadit, T., Sunthorn, N., & Pounsuk, P. 2011. Use of Anthocyanin Extracted from Natural Plant Materials to Develop A pH Test Kit for Measuring Effluent from Animal Farms. *African Journal of Biotechnology*; 10(82).
- Tanaka, Y., Brugliera, F., & Chandler, S. 2009. Recent Progress of Flower Colour Modification by Biotechnology. *International Journal of Molecular Sciences*; 10(12): 5350–5369.
- Yuliawaty, Siska Tresna dan Wahono Hadi Susanto. 2015. Pengaruh Lama Pengeringan dan Konsentrasi Maltodekstrin terhadap Karakteristik Fisik Kimia dan Organoleptik Minuman Instan Daun Mengkudu. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*; 3(1).