

## Kadar klorofil ekstrak daun pepaya pada jenis pelarut dan kadar zat penstabil yang berbeda

*Chlorophyll content of papaya leaves extract in different types of solvents and stabilizer contents*

Poppy Diana Sari <sup>1)\*</sup>, Lukman Hudi <sup>1)</sup>, Al-Machfudz <sup>1)</sup>, Aisyah Nurkhaliza <sup>1)</sup>, Erika Puspita Sari <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Sidoarjo, Jawa Timur  
Email: poppydianasari@umsida.ac.id

### Informasi artikel:

Dikirim: 10 Juni 2025; disetujui: 12 Februari 2026; diterbitkan: 31 Maret 2026

### ABSTRACT

*Chlorophyll is a green coloring agent and antioxidant from plants that is needed in everyday life, both in the food industry, cosmetics and renewable energy. Its abundant presence in nature makes it interesting to research and develop its use. Various methods are used to extract chlorophyll from existing natural materials. One type of plant with the highest chlorophyll content is papaya leaves, but the highest chlorophyll content has not been found from the extraction process used so far. The use of papaya leaves has only been used for animal feed so it is very interesting to develop in order to be used further in other things. This study aims to obtain the highest chlorophyll content with the treatment of solvent types and levels of stabilizers used in the papaya leaf chlorophyll extraction process. The study was conducted with 2 treatment variables, including the type of solvent, namely ethanol and seton and the treatment of the levels of NaHCO<sub>3</sub> stabilizers used, namely 1%, 3% and 5%. From the research that has been done, the highest results were obtained in the treatment using acetone as a solvent and the addition of NaHCO<sub>3</sub> stabilizer as much as 3%. This treatment resulted in an extract yield of 7.56%, an average total chlorophyll content of 10.597%, an average chlorophyll a content of 5.916% and an average chlorophyll b content of 4.684%.*

**Keywords:** *Chlorophyll, papaya leaves, extraction, solvent, NaHCO<sub>3</sub>*

### ABSTRAK

Klorofil merupakan zat pewarna hijau sekaligus antioksidan dari tumbuhan yang dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari, baik dalam industri pangan, kosmetik hingga energi terbarukan. Keberadaannya dialam yang melimpah membuatnya menarik untuk diteliti dan dikembangkan pemanfaatannya. Berbagai metode digunakan dalam mengekstrak klorofil dari bahan alam yang ada. Salah satu jenis tanaman dengan kadar klorofil tertinggi adalah daun pepaya, namun belum menemukan kadar klorofil tertinggi dari proses ekstraksi yang digunakan selama ini. Pemanfaatan daun pepaya selama ini hanya digunakan untuk pakan ternak sehingga sangat menarik untuk dikembangkan guna dapat dimanfaatkan lebih lanjut dalam hal-hal lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh kadar klorofil tertinggi dengan perlakuan jenis pelarut dan kadar zat penstabil yang digunakan pada proses ekstraksi klorofil daun pepaya. Penelitian dilakukan dengan 2 variabel perlakuan, antara lain jenis pelarut yaitu etanol dan seton serta perlakuan kadar zat penstabil NaHCO<sub>3</sub> yang digunakan yaitu 1%, 3% dan 5%.

Dari penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hasil tertinggi adalah pada perlakuan dengan menggunakan aseton sebagai pelarut dan penambahan zat penstabil  $\text{NaHCO}_3$  sebanyak 3%. Perlakuan tersebut menghasilkan rendemen ekstrak sebesar 7,56%, kadar klorofil total rata-rata sebesar 10,597%, kadar klorofil a rata-rata sebesar 5,916% dan kadar klorofil b rata-rata sebesar 4,684%.

**Kata kunci:** Klorofil, daun pepaya, ekstraksi, pelarut,  $\text{NaHCO}_3$

## PENDAHULUAN

Klorofil adalah pigmen hijau yang ditemukan pada tumbuhan dan alga, berfungsi sebagai zat pewarna hijau serta antioksidan. Daun pepaya mengandung klorofil yang cukup tinggi, sehingga dapat dimanfaatkan di berbagai bidang. Menurut Abdillah *et al.* (2014), kandungan klorofil tiap tanaman berbeda, karena kemampuan biosintesis klorofil tanaman satu dengan yang lain juga berbeda. Berdasarkan penelitian Abdillah *et al.* (2014), di antara tumbuhan pepaya, singkong, dan kacang, tumbuhan pepaya memiliki kandungan klorofil tertinggi. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi terjadinya ekstraksi, di antaranya adalah jenis bahan, pelarut, zat penstabil, ukuran partikel yang akan diekstrak, temperature serta metode yang digunakan.

Untuk mendapatkan warna hijau yang maksimal maka perlu digunakan larutan pengekstrak yang sesuai dengan sifat klorofil sehingga klorofil bisa larut di dalamnya. Ekstraksi klorofil umumnya menggunakan solvent berbasis alkohol seperti aseton, etanol, methanol, DMF, etil asetat, piridin dan dimetilformamid (El-Mouhty *et al.*, 2014; Kong *et al.*, 2014; Hu *et al.*, 2013; Putri *et al.*, 2012; Wu *et al.*, 2002; Hosikian *et al.*, 2010; Yuniwati *et al.*, 2012; Aryanti *et al.*, 2016). Menurut Aryanti *et al.* (2016), penggunaan pelarut etanol dan aseton dengan kadar yang tinggi memiliki daya ekstraksi pigmen klorofil yang lebih besar dibandingkan air sebagai larutan pengekstrak. Klorofil memiliki beberapa faktor yang mempengaruhi kestabilan seperti pH, pengaruh pelarut, intensitas cahaya, enzim, oksidator, dan suhu yang digunakan. Berdasarkan sifat pigmen klorofil yang kurang stabil terhadap beberapa faktor maka

perlu adanya penambahan bahan kimia penstabil. Berdasarkan penelitian Aryanti *et al.* (2016) dan Wiyono *et al.* (2023) yang memanfaatkan  $\text{NaHCO}_3$  dan  $\text{MgCO}_3$  sebagai stabilizer, diperoleh hasil ekstraksi tertinggi adalah pada perlakuan dengan penambahan zat penstabil  $\text{NaHCO}_3$ . Penambahan zat penstabil  $\text{NaHCO}_3$  bertujuan untuk mempertahankan derajat keasaman ekstrak klorofil, sehingga dapat menghambat degradasi akibat pH asam yang menyebabkan terbentuknya feofitin, serta dapat meningkatkan konsentrasi klorofil yang dihasilkan.

Terdapat berbagai macam metode ekstraksi yang dapat digunakan untuk mengekstrak klorofil dari daun pepaya. Dari beberapa jenis metode tersebut, metode ekstraksi maserasi merupakan metode ekstraksi sederhana yang dapat dilakukan dengan cara perendaman bahan pada pelarut. Kelebihan metode maserasi adalah dapat menghindari rusaknya senyawa yang bersifat termolabil (Mukhirani, 2014).

Dari penjabaran di atas, penelitian ini bertujuan untuk memperoleh kadar klorofil tertinggi dari ekstrak daun pepaya melalui perlakuan jenis pelarut yang mengacu pada penelitian Aryanti *et al.* (2016). Selain itu, penggunaan zat penstabil dalam proses ekstraksi juga merujuk pada hasil penelitian Aryanti *et al.* (2016) serta Wiyono *et al.* (2023), sehingga diharapkan dapat menjaga kestabilan klorofil yang dihasilkan. Adapun lama fermentasi ditetapkan berdasarkan penelitian Sari *et al.* (2025), yang menunjukkan bahwa proses ekstraksi klorofil mencapai hasil optimal pada perlakuan selama 48 jam. Dengan mengacu pada berbagai penelitian tersebut, diharapkan metode yang digunakan mampu menghasilkan ekstrak klorofil daun pepaya dengan kualitas dan kuantitas terbaik, serta

dapat menjadi acuan dalam pengembangan penelitian sejenis di bidang teknologi pangan.

## METODE

### Bahan

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah daun pepaya, aseton, etanol,  $\text{NaHCO}_3$ , aquades.

### Alat

Alat-alat yang digunakan antara lain wadah, pemotong, blender, oven pengering, saringan 177 mikron (80 mesh), *rotary evaporator vakum*, pH meter, spektrofotometer, botol sampel, termometer, kertas saring, pipet volume, neraca analitik, pipet tetes, gelas kimia, *erlenmeyer*, gelas ukur, labu ukur dan kertas label.

### Metode / pelaksanaan penelitian

Penelitian dilakukan dalam 2 tahap, yaitu persiapan bahan baku dan ekstraksi klorofil. Pada tahap persiapan bahan baku, daun pepaya dilakukan blansing, pengecilan ukuran, pengeringan, penghancuran dan penghalusan hingga diperoleh bubuk daun pepaya yang siap digunakan untuk tahap berikutnya.

Tahap kedua merupakan tahap ekstraksi klorofil. Bubuk daun yang diperoleh dimasukkan ke dalam *erlenmeyer* dengan penambahan pelarut sesuai dengan perlakuan dan ditambahkan zat penstabil sesuai dengan perlakuan pula. Kemudian dilakukan ekstraksi selama 48 jam mengacu pada penelitian Sari et al. (2025). Hasil ekstrak yang telah diperoleh kemudian dilakukan uji untuk kadar air, rendemen, klorofil a, klorofil b dan total klorofil.

### Analisis hasil penelitian

Pada tahap persiapan bahan baku, adapun variabel yang diamati antara lain kadar air, rendemen serta ukuran partikel bubuk daun pepaya yang dihasilkan. Sedangkan pada tahap kedua adalah rendemen, kadar klorofil total, klorofil a dan klorofil b.

### Pengujian kadar air

Pengukuran kadar air bahan dengan metode gravimetri AOAC tahun 2012 no.925.10. Cawan porselin dikeringkan dalam oven selama 15 menit dan didinginkan dalam desikator selama 10 menit, kemudian ditimbang. Sebanyak 3 gram sampel dimasukkan ke dalam cawan dan dikeringkan dalam oven bersuhu  $105^\circ\text{C}$  selama 6 jam. Cawan dikeluarkan dan didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang. Cawan dimasukkan kembali dalam oven sampai diperoleh bobot yang konstan. Perhitungan kadar air dan total padatan dapat dilihat pada persamaan:

$$\text{Kadar air (\%bb)} = \frac{a - (b - c)}{a} \times 100\%$$

di mana %bb adalah kadar air per bahan basah (%), a merupakan berat sampel sebelum dikeringkan (g), b adalah berat sampel + cawan kosong setelah dikeringkan (g) dan c adalah berat cawan kosong kering (g).

### Pengujian rendemen

Massa rendemen diukur dengan cara penimbangan bahan baku awal dan penimbangan bahan baku akhir (setelah menjadi bubuk) dengan perhitungan:

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{bubuk daun pepaya (gr)}}{\text{daun pepaya (gr)}} \times 100\%$$

### Pengukuran partikel

Pengukuran ukuran partikel dengan pengayakan pada ayakan 80 mesh (177 mikron).

### Pengujian kadar klorofil

Ekstrak klorofil yang didapat dari proses ekstraksi kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 1000 rpm selama 10 menit, kemudian substansi supernatannya diambil. Ekstrak yang telah disentrifugasi kemudian diambil 1 ml untuk diencerkan ke dalam labu takar 10 ml. Konsentrasi klorofil diperoleh dari pengukuran absorbansi ekstrak dengan spektrofotometer UV-Vis.

Perhitungan konsentrasi klorofil dilakukan dengan menggunakan persamaan (Zhang *et al.*, 2009):

$$C(mg/L) = (20,31 \cdot A_{645,0\text{ nm}} + 8,05 \cdot A_{663,0\text{ nm}})$$

di mana C merupakan konsentrasi klorofil total (Klorofil a dan klorofil b) sedangkan  $A_{645,0\text{ nm}}$  dan  $A_{663,0\text{ nm}}$  adalah nilai absorbansi ekstrak klorofil pada panjang gelombang 645,0 nm dan 663,0 nm.

### Analisa data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA), jika hasil analisis menunjukkan perbedaan yang nyata maka dilakukan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) dengan taraf 5%.

Tabel 1. Klorofil total, klorofil a dan klorofil b ekstrak daun pepaya pada berbagai kadar zat penstabil.

Zat Penstabil	Aseton (%) a			Etanol (%) b		
	Klorofil total	Klorofil a	Klorofil b	Klorofil total	Klorofil a	Klorofil b
NaHCO <sub>3</sub> 1%	10,001b	6,472a	3,532c	9,480ab	6,421a	3,061c
NaHCO <sub>3</sub> 3%	10,597a	5,916b	4,684a	9,489a	5,833b	3,659a
NaHCO <sub>3</sub> 5%	10,201ab	5,694c	4,509b	9,074b	5,577c	3,499b

Huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan nyata pada uji BNT Duncan dengan selang kepercayaan 95% terhadap nilai pada kolom yang sama.

Dari data pada tabel 1 di atas, dapat dilihat bahwa kadar klorofil total dan klorofil b tertinggi baik dengan menggunakan pelarut aseton maupun etanol adalah pada perlakuan dengan kadar zat penstabil NaHCO<sub>3</sub> sebanyak 3%. Sedangkan pada 5% telah terjadi penurunan. Sedangkan klorofil a tertinggi terdapat pada perlakuan dengan kadar zat penstabil NaHCO<sub>3</sub> 1% kemudian terjadi penurunan. Kadar klorofil total dan klorofil b searah dengan penelitian Kurniawan *et al.* (2013) dan Aryanti *et al.* (2016), yang menyatakan bahwa penambahan bahan penstabil warna NaHCO<sub>3</sub> (natrium bikarbonat) dapat menahan degradasi klorofil.

Perlakuan dengan menggunakan aseton sebagai pelarut memiliki kadar klorofil a, klorofil b dan klorofil total yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan dengan menggunakan etanol. Hal tersebut

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Bubuk daun pepaya

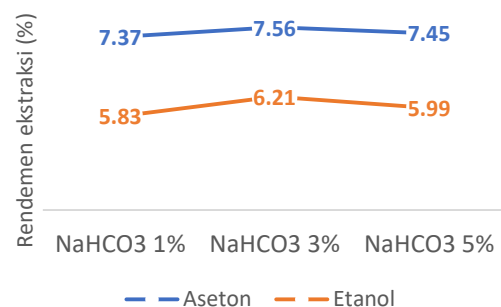
Pada tahap persiapan bahan baku, rendemen bubuk daun pepaya rata-rata adalah sebesar 9,99%. Sedangkan kadar air bubuk daun pepaya pada tahap persiapan bahan baku rata-rata adalah sebesar 5,854%.

### Pengaruh perlakuan terhadap kadar klorofil ekstrak daun pepaya

Zat pelarut (solvent) berpengaruh besar terhadap kadar klorofil yang dapat diekstrak. Pelarut yang sesuai dengan polaritas klorofil akan menghasilkan kadar klorofil yang lebih tinggi dalam ekstrak.

dikarenakan aseton dapat mengekstrak pigmen klorofil secara lebih optimal. Aseton, dengan polaritas yang menengah, mampu melarutkan klorofil a dan b dengan lebih efisien dibandingkan etanol yang lebih polar (Troy, 2005; Setiari dan Nurchayati, 2009).

### Pengaruh perlakuan terhadap rendemen dan pH ekstrak



Gambar 1. Rendemen ekstraksi klorofil dari daun pepaya

Data pada gambar 1 menunjukkan bahwa rendemen ekstraksi lebih besar pada perlakuan dengan menggunakan aseton sebagai pelarut dan  $\text{NaHCO}_3$  3% sebagai zat penstabilnya, yaitu sebesar 7,56% pada daun

pepaya dibandingkan pada perlakuan dengan etanol sebagai pelarut dan kadar zat penstabil lainnya.

Tabel 2. Pengaruh ekstraksi terhadap kondisi pH.

No.	Perlakuan	Klorofil + 1%		Klorofil + 3%		Klorofil + 5%	
		pH awal	pH akhir	pH awal	pH akhir	pH awal	pH akhir
1	Klorofil Daun Pepaya + Acetone	7,05	6,86	7,05	7,08	7,05	7,28
2	Klorofil Daun Pepaya + Ethanol	7,04	6,87	7,04	7,08	7,04	7,30

Tabel 2 menunjukkan bahwa ekstrak dengan penambahan zat penstabil  $\text{NaHCO}_3$  sebanyak 1% memiliki nilai pH akhir setelah ekstraksi di bawah 7, sedangkan ekstrak dengan penambahan zat penstabil  $\text{NaHCO}_3$  sebanyak 3% dan 5% memiliki nilai pH akhir setelah ekstraksi yang terus meningkat. Meskipun  $\text{NaHCO}_3$  dapat meningkatkan hasil ekstraksi dan kualitas ekstrak, penambahan kadar  $\text{NaHCO}_3$  yang terlalu tinggi dapat menyebabkan degradasi klorofil atau mempengaruhi sifat-sifat lain dari ekstrak. Hal tersebut terlihat pada kadar klorofil yang dihasilkan, di mana terjadi penurunan kadar klorofil pada penambahan  $\text{NaHCO}_3$  sebanyak 5%. Ekstrak daun pepaya dengan aseton sebagai pelarut dan  $\text{NaHCO}_3$  sebanyak 3% sebagai zat penstabil memberikan kadar klorofil total dan klorofil b tertinggi yaitu sebesar 10,597% dan 4,684%. Sedangkan klorofil a tertinggi diperoleh pada perlakuan dengan aseton sebagai pelarut dan  $\text{NaHCO}_3$  sebanyak 1% sebagai zat penstabil yaitu sebesar 5,916%.

Klorofil rentan mengalami degradasi mutu warnanya karena faktor lingkungan maupun faktor enzimatik (Hörtensteiner dan Kräutler, 2011). Selama proses pelayuan, pengolahan, maupun penyimpanan, senyawa kompleks klorofil-protein yang memberikan warna hijau sangat mudah berubah strukturnya menjadi senyawa feofitin yang kehilangan ion logam Mg. Feofitin yang merupakan senyawa turunan dari kompleks klorofil protein tidak berwarna hijau (Pumilia et al., 2014). Klorofil stabil pada pH tinggi dan suhu rendah. Kondisi asam dan suhu yang tinggi mempercepat proses

degradasi klorofil menjadi feofitin. Selama proses pengolahan, beberapa asam organik dari bahan akan keluar dan menyebabkan pH menjadi rendah. Hal ini akan semakin mempercepat degradasi klorofil (Singh, Singh dan Ramaswamy, 2015). Penambahan  $\text{NaHCO}_3$  sebagai zat penstabil pada ekstrak klorofil akan meningkatkan pH larutan, karena  $\text{NaHCO}_3$  bersifat basa. Hal ini dapat mempengaruhi stabilitas klorofil dan warnanya. Klorofil lebih stabil dalam kondisi basa dan dapat mencegah degradasi menjadi feofitin yang berwarna hijau kecokelatan. Saat ditambahkan ke dalam larutan selama ekstraksi klorofil,  $\text{NaHCO}_3$  meningkatkan pH larutan. Semakin besar kadar  $\text{NaHCO}_3$  yang digunakan, semakin tinggi nilai pH ekstraknya. Klorofil lebih stabil dalam lingkungan basa, sehingga penambahan  $\text{NaHCO}_3$  dapat mencegah degradasi klorofil selama proses ekstraksi dan menghasilkan ekstrak dengan konsentrasi klorofil yang lebih tinggi.

## KESIMPULAN

Pemanfaatan pelarut aseton dengan penambahan zat penstabil  $\text{NaHCO}_3$  sebesar 3% pada ekstraksi klorofil ekstrak daun pepaya menghasilkan kadar klorofil total dan klorofil b tertinggi, yaitu sebesar 10,597% dan 4,684%.

## DAFTAR PUSTAKA

Abdilah, F., Indah, R., & Ahyar, A. (2014). Pengujian daya antioksidan dan sifat toksisitas ekstrak Co(II) turunan klorofil. *Jurnal MIPA*.

- Aryanti, N., Nafiunisa, A., & Willis, F. M. (2016). Ekstraksi dan karakterisasi klorofil dari daun suji (*Pleomele angustifolia*) sebagai pewarna pangan alami. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 5(4). <https://doi.org/10.17728/jatp.183>
- El-Mouhty, R. A. N., & El-Naggar, A. Y. (2014). Extraction of chlorophyll and carotene from irradiated parsley. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, 3(1), 8522–8527.
- Hörtensteiner, S., & Kräutler, B. (2011). Chlorophyll breakdown in higher plants. *Biochimica et Biophysica Acta – Bioenergetics*, 1807(8), 977–988. <https://doi.org/10.1016/j.bbabi.2010.12.007>
- Hosikian, A., Lim, S., Halim, R., & Danquah, M. K. (2010). Chlorophyll extraction from microalgae: A review on the process engineering aspects. *International Journal of Chemical Engineering*, 1–11.
- Hu, X., Tanaka, A., & Tanaka, R. (2013). Simple extraction methods that prevent the artifactual conversion of chlorophyll to chlorophyllide during pigment isolation from leaf samples. *Plant Methods*, 9, 19–31.
- Kong, W., Liu, N., Zhang, J., Yang, Q., Hua, S., Song, H., & Xia, C. (2014). Optimization of ultrasound-assisted extraction parameters of chlorophyll from *Chlorella vulgaris* residue after lipid separation using response surface methodology. *Journal of Food Science and Technology*, 51(9), 2006–2013.
- Kurniawan, M. P., Widodo, F. M., & Agustini, T. W. (2013). Pengaruh penambahan MgCO<sub>3</sub> dan NaHCO<sub>3</sub> dengan perbedaan pencahayaan terhadap stabilitas pigmen klorofil-a mikroalga *Chlorella vulgaris*. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 2(3), 25–33.
- Mukhriani. (2014). Ekstraksi, pemisahan senyawa dan identifikasi senyawa aktif. *Jurnal Kesehatan*, 7(2).
- Pumilia, G., Cichon, M. J., Cooperstone, J. L., Giuffrida, D., Dugo, G., & Schwartz, S. J. (2014). Changes in chlorophylls, chlorophyll degradation products and lutein in pistachio kernels (*Pistacia vera* L.) during roasting. *Food Research International*, 65, 193–198. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.05.047>
- Putri, W. D. R., Zubaidah, E., & Sholahudin, N. (2012). Ekstraksi pewarna alami daun suji: Kajian pengaruh blanching dan jenis bahan pengekstrak. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 4(1), 13–24.
- Sari, P. D., Wijaya, I. M. A. S., Giriantari, I. A. D., Wartini, N. M., & Hartati, R. S. (2025). Chlorophyll and magnesium content of pepaya leaves extract (*Carica papaya* L.) at various extraction times. *Journal of Agricultural Sciences – Sri Lanka*, 20(1). <https://doi.org/10.4038/jas.v20i1.10110>
- Setiari, N., & Nurchayati, Y. (2009). Eksplorasi kandungan klorofil pada beberapa sayuran hijau sebagai alternatif bahan dasar *food supplement*. *Bioma*, 11(1), 6–10. <https://doi.org/10.14710/bioma.11.1.6-10>
- Singh, A., Singh, A. P., & Ramaswamy, H. S. (2015). Effect of processing conditions on quality of green beans subjected to reciprocating agitation thermal processing. *Food Research International*, 78, 424–432. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2015.08.040>
- Troy, D. B. (2005). *Remington: The science and practice of pharmacy*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Wiyono, A. E., Amilia, W., Shasabilah, R. T., Mulyana, R. A., & Pramesti, V. O. (2023). Potensi daun singkong (*Manihot esculenta* Crantz) sebagai pewarna alami. *Teknotan*, 17(1). <https://doi.org/10.24198/jt.vol17n1.4>
- Wu, J. H., Wang, S. Y., & Chang, S. T. (2002). Extraction and determination of chlorophylls from moso bamboo (*Phyllostachys pubescens*) culm. *Journal of Bamboo and Rattan*, 1(2),

- 171–180.
- Yuniwati, M., Kusuma, A. W., & Yunanto, F. (2012). Optimasi kondisi proses ekstraksi zat pewarna dalam daun suji dengan pelarut etanol. Dalam *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi (SNAST)* (pp. A257–A263).
- Zhang, J., Han, C., & Liu, Z. (2009). Absorption spectrum estimating rice chlorophyll concentration: Preliminary investigations. *Journal of Plant Breeding and Crop Science*, 1(5), 223–229.