

## Kajian Nilai *Curs* Spektrum Warna Terhadap Warna Cahaya Matahari dan Cahaya Buatan untuk Pertumbuhan Tanaman

### *The Study of Color Spectrum Curs Value Against Sunlight Color and Artificial Light for Plant Growth*

Juli Santoso \*, Hadi Suhardjono, Agricia Wattimury

Agrotechnology, Agricultural Faculty, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Indonesia

\*Corresponding author:  
E-mail: [julisantoso@up-njatim.ac.id](mailto:julisantoso@up-njatim.ac.id)

#### ABSTRAK

Sistem budidaya tanaman konvensional mengalami beberapa keterbatasan diantaranya musim, panjang hari yang tidak sesuai dengan kebutuhan tanaman, ketersediaan air dan makin menyempitnya lahan pertanian akibat pertumbuhan penduduk. Indoor farming dapat menjadi solusi untuk mengatasi keterbatasan dalam budidaya konvensional. Indoor farming merupakan sistem pertanian di dalam ruangan dengan iklim yang dapat dikendalikan, meliputi cahaya, suhu, penguapan dan sirkulasi udara. Cahaya matahari merupakan sumber cahaya utama di alam. Cahaya merupakan gelombang elektromagnetik yang membawa suatu bentuk energi. Cahaya matahari memiliki banyak fungsi bagi kehidupan di bumi, salah satunya sebagai sumber energi bagi tumbuhan untuk melakukan fotosintesis. Fotosintesis adalah suatu proses biokimia pembentukan zat makanan seperti karbohidrat yang dilakukan oleh tumbuhan. Fotosintesis berlangsung dengan menggunakan klorofil, karbon dioksida dan air serta bantuan energi cahaya matahari. Cahaya matahari terdiri dari sinar UV, sinar tampak dan sinar inframerah. Cahaya tampak memiliki panjang gelombang antara 400 – 700 nm. Cahaya tampak merupakan cahaya yang dimanfaatkan tumbuhan untuk berfotosintesis. Klorofil dapat menyerap panjang gelombang merah (600-700 nm) sampai biru (400-500 nm). Kualitas dari cahaya matahari termasuk baik untuk pertumbuhan tumbuhan karena memiliki seluruh spektrum yang dibutuhkan untuk proses fotosintesis. Cahaya buatan dari lampu yang digunakan sebagai pengganti cahaya matahari dengan tujuan untuk menunjang pertumbuhan tanaman harus memiliki kualitas sesuai dengan kebutuhan tanaman. Kualitas cahaya yang dari setiap sumber tidaklah sama. Hal inilah yang menjadi dasar pelaksanaan kajian, yaitu membandingkan kualitas cahaya matahari dan sumber cahaya buatan seperti lampu. Berdasarkan kajian yang telah dilakukan, spektrum warna cahaya buatan yang mendekati spektrum sinar matahari adalah spektrum warna putih. Pengganti spektrum warna putih yang lebih efisien untuk fotosintesis tanaman dengan pigmen klorofil adalah perpaduan warna biru dan merah atau growlight.

Kata Kunci: Cahaya, spektrum, tumbuhan, klorofil, curs

#### ABSTRACT

Conventional crop cultivation systems experience several limitations, including *the season, the length of day that does not match the needs of the plant, the availability of water and the narrowing of agricultural land due to population growth*. Indoor farming can be a solution to overcome limitations in conventional cultivation. Indoor farming is an indoor farming system with a controllable climate, including light, temperature, evaporation and air circulation. Sunlight is the main light source in nature. Light is an electromagnetic wave that carries a form of energy. Sunlight has many functions for life on earth, one of which is as a source of energy for plants to carry out photosynthesis. Photosynthesis is a biochemical process for the formation of food substances such as carbohydrates carried out by plants. Photosynthesis takes place using chlorophyll, carbon dioxide and water and the help of sunlight energy. Sunlight consists of UV rays, visible rays and infrared rays. Visible light has a wavelength between 400 - 700 nm. Visible light is the light that plants use for photosynthesis. Chlorophyll can absorb red (600-700 nm) to blue (400-500 nm) wavelengths. The quality of sunlight is good for plant growth because it has the entire spectrum needed for photosynthesis. Artificial light from lamps that are used as a

#### How to cite:

Santoso, J., Suhardjono, H., & Wattimury, A. (2020). The study of color spectrum curs value against sunlight color and artificial light for plant growth. *Seminar Nasional Magister Agroteknologi Fakultas Pertanian UPN "Veteran" Jawa Timur*. NST Proceedings. pages 11-22. doi: 10.11594/nstp.2020.0602

*substitute for sunlight in order to support plant growth must have the quality according to plant needs. The quality of light from each source is not the same. This is the basis for conducting the study, namely comparing the quality of sunlight and artificial light sources such as lamps. Based on the studies that have been done, the color spectrum of artificial light that approaches the spectrum of sunlight is the white color spectrum. A more efficient substitute for the white color spectrum for plant photosynthesis with the pigment chlorophyll is the blue and red or growlight color combination.*

*Keywords: Light, spectrum, plants, chlorophyll, curs*

---

## **Pendahuluan**

Sistem budidaya tanaman konvensional mengalami beberapa keterbatasan diantaranya musim, panjang hari yang tidak sesuai dengan kebutuhan tanaman, ketersediaan air dan makin menyempitnya lahan pertanian akibat pertumbuhan penduduk. Faktor abiotik yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman dalam sistem budidaya konvensional di lahan adalah cahaya, suhu, ketersediaan air, nutrisi dan PH. Indoor farming dapat menjadi solusi untuk mengatasi keterbatasan dalam budidaya konvensional.

Indoor farming merupakan sistem pertanian di dalam ruangan dengan iklim yang dapat dikendalikan, meliputi cahaya, suhu, penguapan dan sirkulasi udara. Sistem indoor farming dapat menjadi solusi untuk pertanian di masa mendatang. Sistem ini dapat menghasilkan tanaman yang sehat dan bebas dari pestisida. Hasil dapat diprediksi dengan presisi dan hal ini dapat menunjang kesuksesan untuk tujuan komersial dari indoor farming (Kozai, 2018).

Cahaya matahari merupakan sumber cahaya utama di alam. Istilah cahaya adalah aliran foton, yang berarti cahaya juga membawa suatu bentuk energi. Cahaya tampak, merupakan radiasi elektromagnetik yang dapat dideteksi oleh mata manusia. Spektrum elektromagnetik memiliki panjang gelombang yang beragam mulai dari gelombang radio hingga sinar gama. Panjang gelombang cahaya tampak berkisar antara 400 nm hingga 700 nm (Andor, 2020).

Kualitas cahaya adalah merupakan mutu cahaya yang diterima atau yang sampai pada permukaan bumi yang dinyatakan dengan panjang gelombang (Utami, 2018). Cahaya tampak (PAR) mempunyai panjang gelombang antara 400 s/d 760 nm yang terdiri atas 7 spektrum warna cahaya yaitu, merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila dan ungu. Cahaya tampak berpengaruh langsung pada aktivitas pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Arifin, 1988).

Cahaya matahari terdiri dari sinar UV, cahaya tampak dan sinar inframerah. Cahaya buatan untuk pertumbuhan tanaman diusahakan menyerupai cahaya alami dari matahari agar pertumbuhan tanaman dapat optimal. kualitas cahaya sangat penting ketika cahaya buatan ditujukan untuk pertumbuhan tanaman. Sumber cahaya harus memiliki kualitas cahaya yang tepat untuk memulai dan mempertahankan fotosintesis. Klorofil dapat menyerap panjang gelombang merah (600-700 nm) sampai biru (400-500 nm) sehingga lampu yang dirancang untuk pertumbuhan tanaman harus memancarkan panjang gelombang ini (Poincelot, 1980).

Tanaman memanfaatkan cahaya matahari untuk berfotosintesis sehingga tanaman dapat tumbuh dan berkembang dengan baik karena kebutuhan karbohidrat terpenuhi. Fotosintesis berlangsung dengan menggunakan klorofil, karbon dioksida dan air serta bantuan energi cahaya matahari (Wiraatmaja, 2017). Sumber cahaya buatan dari lampu LED dapat memancarkan warna cahaya yang dapat mempercepat proses fotosintesis. Warna biru untuk fase vegetatif dan warna merah untuk fase generatif (Soeleman & Rahayu, 2013). Kualitas dari sumber cahaya yang berbeda dapat menghasilkan kualitas cahaya yang berbeda juga. Hal inilah yang menjadi dasar kajian untuk membandingkan kualitas spektrum cahaya matahari dan cahaya lampu.

## **Bahan and Metode**

### ***Waktu dan Lokasi***

Pengumpulan data dilakukan di lahan laboratorium produksi dan ruang laboratorium kesehatan tanaman Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Gunung Anyar, Surabaya. Waktu pengumpulan data dilakukan pada tanggal 1 Juni 2020 sampai dengan 30 Juni 2020.

### **Bahan dan Alat**

Bahan dan alat yang digunakan meliputi, ATK, spektrometer, software Theremino V1.9, komputer, lux meter 1 – 200.000 lux, termometer dan Hygrometer.

### **Metode Penelitian**

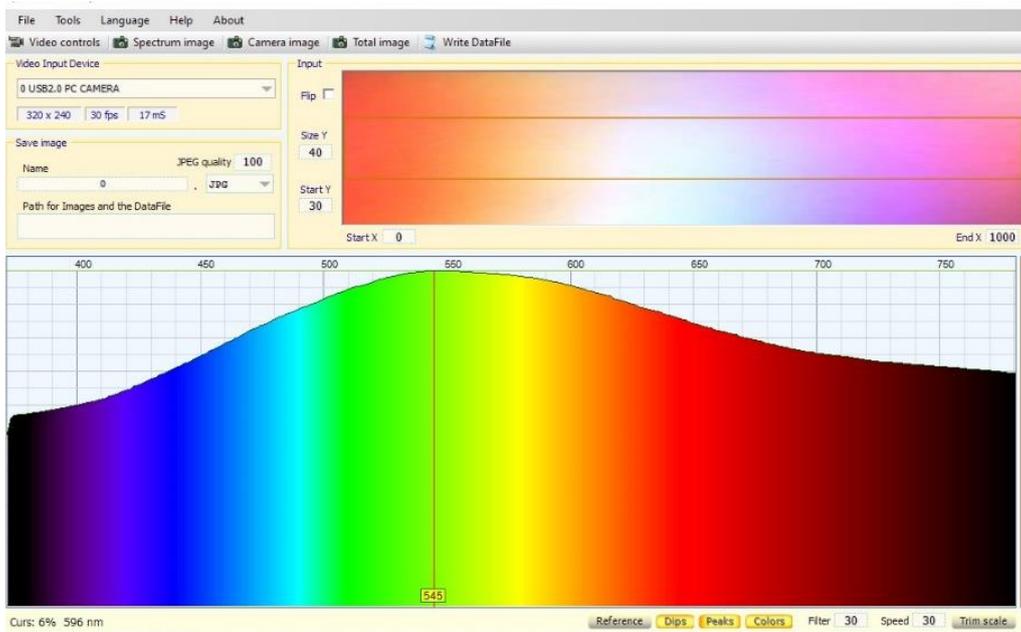
Pengumpulan data dilakukan di lahan laboratorium produksi Fakultas Pertanian UPN Veteran Jatim. Metode observasi digunakan untuk pengumpulan data di lapang dan di rak penelitian. Pengukuran yang dilakukan meliputi intensitas cahaya matahari (lux), Kualitas cahaya dalam panjang gelombang (nm), suhu (OC) dan kelembaban udara (%). Pengukuran panjang gelombang cahaya dilakukan dengan spektrometer dan dianalisa menggunakan software Theremino yang terinstal di komputer. Spektrum cahaya dinyatakan dalam curs, dimana "curs" menyatakan persentase suatu spektrum dalam pancaran cahaya. Pengukuran dilakukan 3 kali dalam sehari, dengan interfal waktu 4 jam dimulai dari jam 8 pagi, 12 siang dan 4 sore selama 12 hari.

### **Hasil dan Pembahasan**

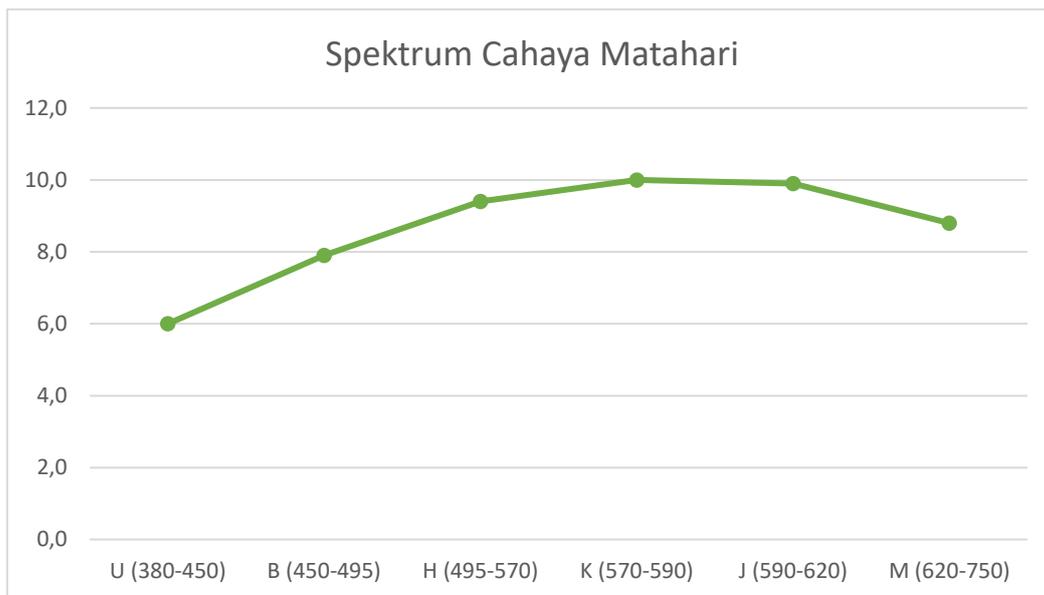
Sistem pertanian konvensional adalah produksi hasil pertanian secara maksimal dengan memanfaatkan teknologi seperti pupuk dan pestisida kimia sintetis dosis tinggi dengan tanpa atau sedikit input pupuk organik (Seufert, Ramankutty, & Foley, 2012) Sistem budidaya tanaman konvensional mengalami beberapa keterbatasan diantaranya musim, panjang hari yang tidak sesuai dengan kebutuhan tanaman, ketersediaan air dan makin menyempitnya lahan pertanian akibat pertumbuhan penduduk. *Indoor farming* dapat menjadi solusi untuk mengatasi keterbatasan dalam budidaya konvensional. Faktor abiotik yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman dalam sistem budidaya konvensional di lahan adalah cahaya, suhu, ketersediaan air, nutrisi dan PH. Budidaya tanaman secara konvensional di lahan mengandalkan cahaya matahari sebagai sumber cahaya utama. Sementara *indoor farming* mengandalkan cahaya buatan seperti lampu sebagai sumber cahaya utama sehingga tidak terbatas oleh musim dan panjang hari dari suatu wilayah.



Gambar 1. Pengukuran intensitas cahaya.

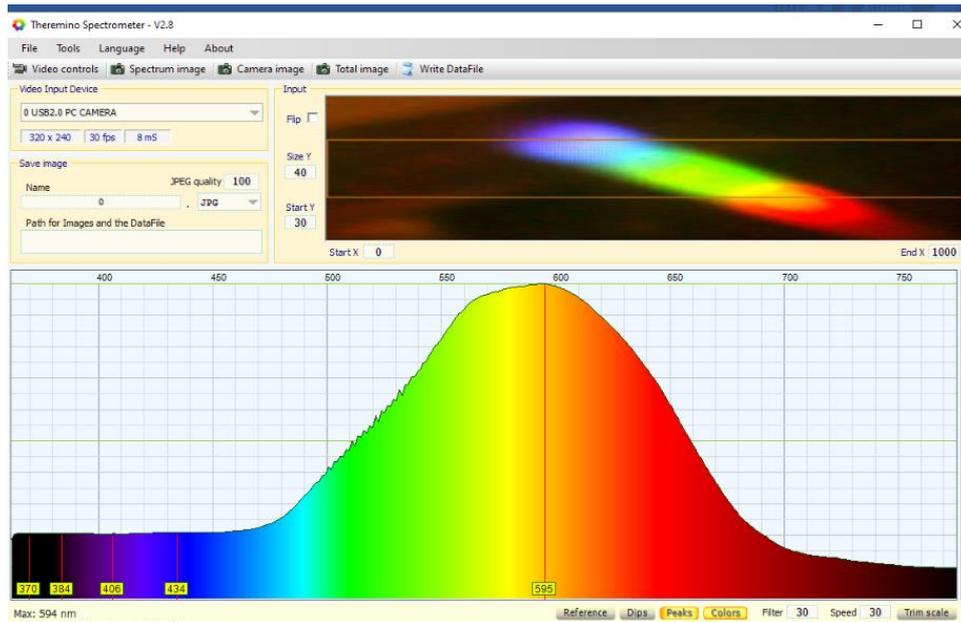


Gambar 2. Spektrum cahaya matahari

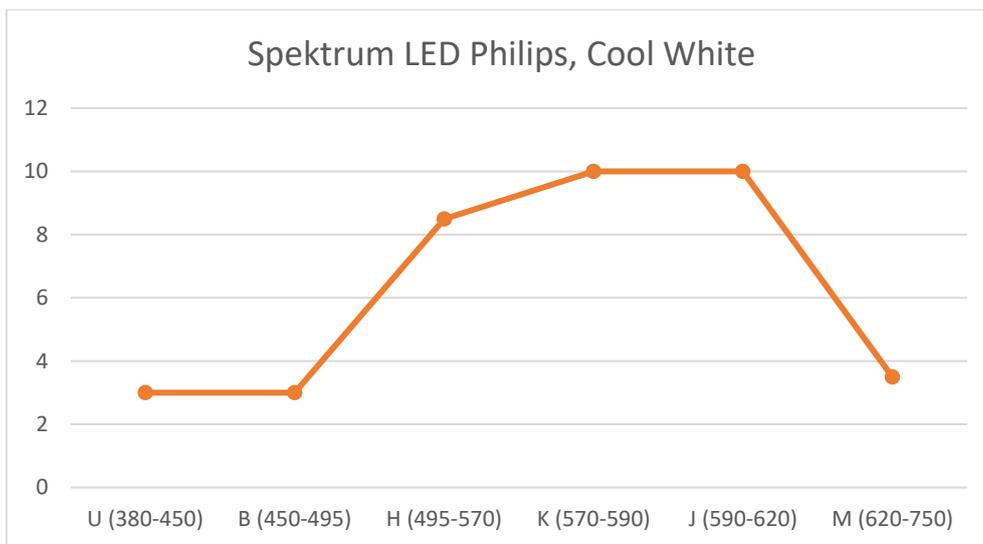


Gambar 3. Grafik spektrum cahaya matahari.

Cahaya matahari memiliki spektrum yang lengkap dan tersebar merata mulai dari 400 nm hingga 700 nm seperti dalam Gambar 3. Spektrum yang lengkap baik untuk pertumbuhan tanaman karena di dalam rentang 400 nm hingga 700 nm terdapat spektrum yang dibutuhkan oleh tanaman. Gambar 2 menunjukkan semua spektrum memiliki nilai *curs* diatas 50% termasuk spektrum biru dan merah yang merupakan spektrum yang diserap oleh klorofil tanaman.

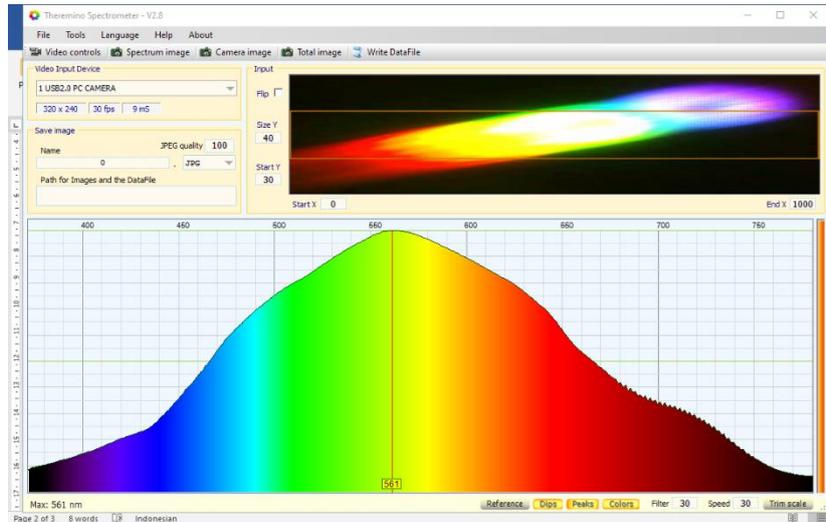


Gambar 4. Spektrum cahaya LED philips, *cool white*

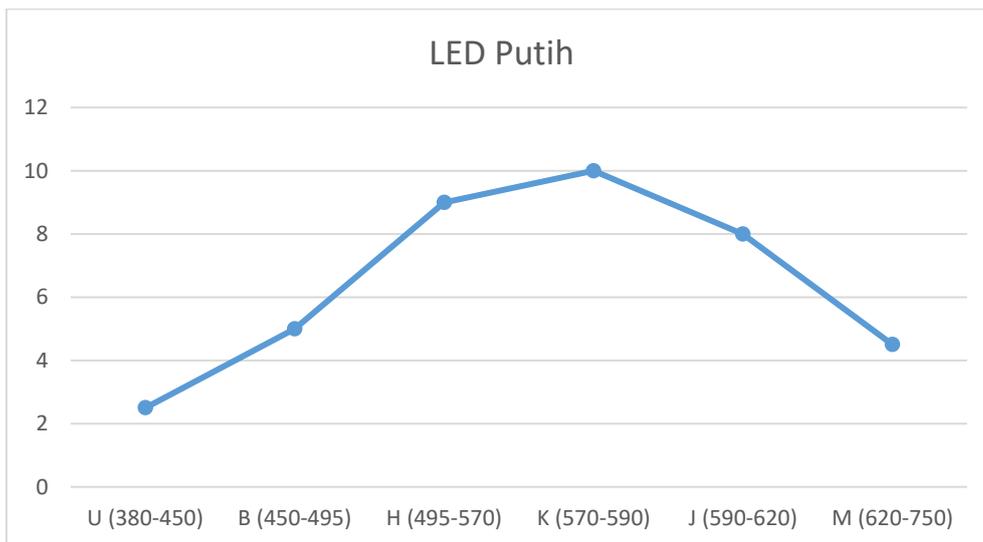


Gambar 5. Grafik spektrum cahaya LED philips, *cool white*

Cahaya Buatan dari lampu LED dengan warna *cool white* memiliki spektrum yang lengkap mulai dari 400 nm hingga 700 nm sehingga menyerupai sinar matahari. Persebaran spektrum dari jenis cahaya ini kurang merata karena spektrum warna didominasi oleh warna hijau, kuning dan jingga seperti dalam Gambar 5. Jenis cahaya buatan dari lampu LED *cool white* sesuai untuk pertumbuhan tanaman. Namun efisiensi dari jenis cahaya ini rendah karena spektrum biru dan merah yang dibutuhkan oleh tanaman memiliki presentase yang rendah dengan nilai *curs* dibawah 40%, yang dapat diamati dalam Gambar 4.

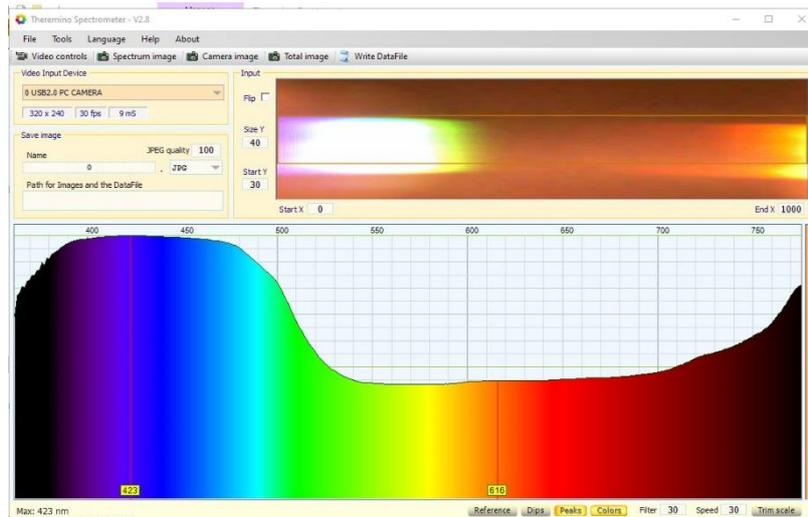


Gambar 6. Spektrum cahaya LED Putih

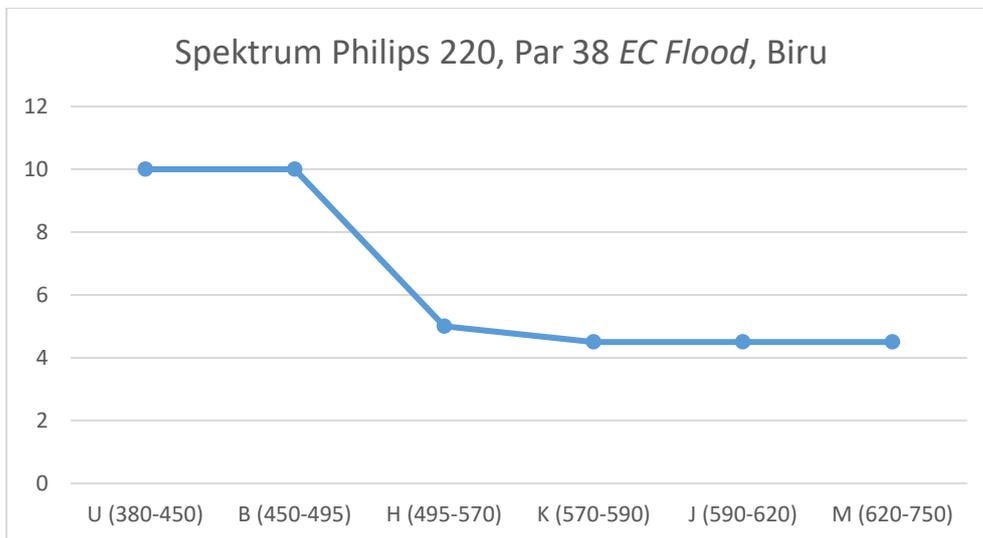


Gambar 7. Grafik spektrum cahaya LED Putih.

Cahaya buatan dari sumber LED putih memiliki spektrum warna yang lengkap mulai dari 400 nm hingga 700 nm sehingga pola penyebaran spektrumnya menyerupai sinar matahari seperti dalam Gambar 6. Sumber cahaya ini sesuai untuk pertumbuhan tanaman karena memiliki spektrum biru dan merah. Efisiensi dari sumber cahaya rendah jika ditujukan untuk pertumbuhan tanaman. Spektrum dari sumber cahaya ini didominasi oleh spektrum hijau dan kuning. Sementara spektrum biru dan merah memiliki nilai *curs* dibawah 50%.

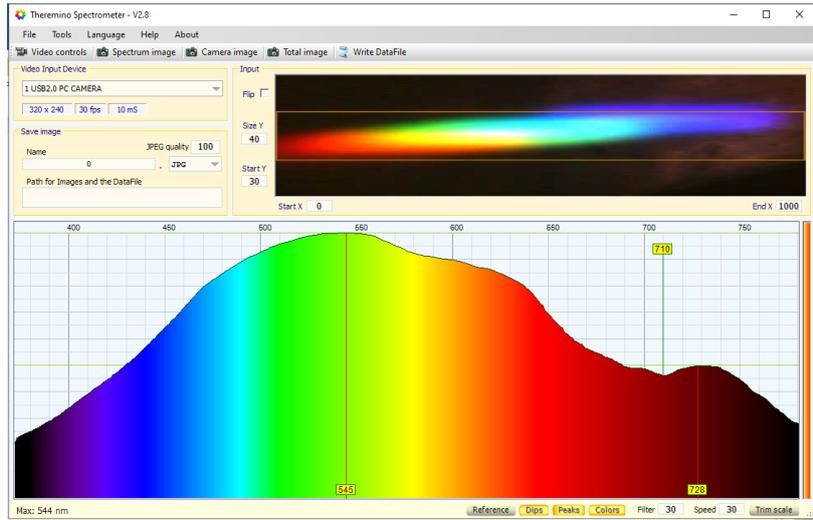


Gambar 8. Spektum cahaya philips 220, Par 38 EC Flood, Biru

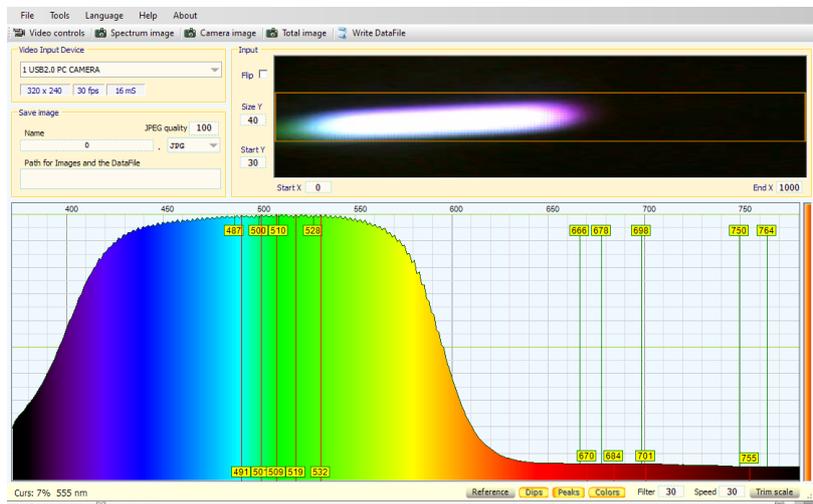


Gambar 9. Grafik spektum cahaya philips 220, Par 38 EC flood, biru

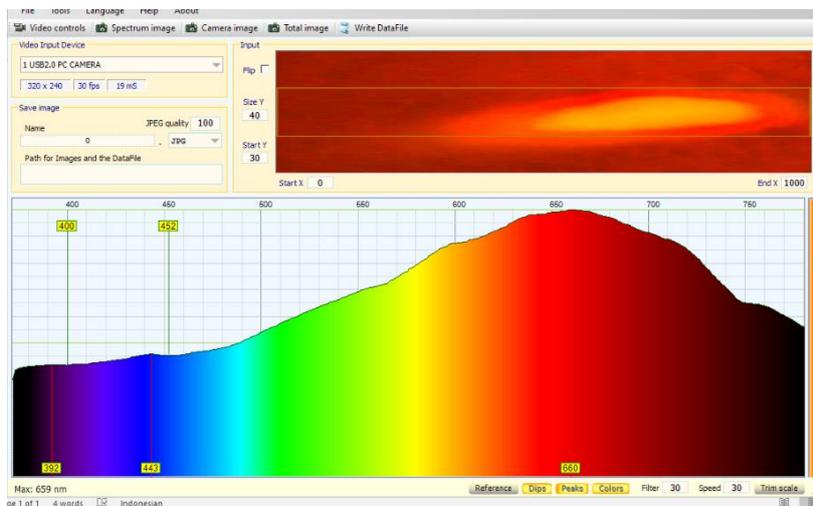
Spektrum dari sumber cahaya ini didominasi oleh cahaya ungu (380 – 450 nm) dan biru (450 – 495 nm) seperti dalam Gambar 8. Spektrum biru sesuai untuk menunjang pertumbuhan tanaman, warna biru berperan dalam fase vegetatif dan warna merah berperan dalam fase generatif (Putra, Mercuriani, & Semiarti, 2016). Sumber cahaya ini sesuai untuk pertumbuhan tanaman, namun tidak sesuai untuk perkembangan tanaman karena memiliki spektrum warna merah yang rendah dengan nilai *курс* 45%.



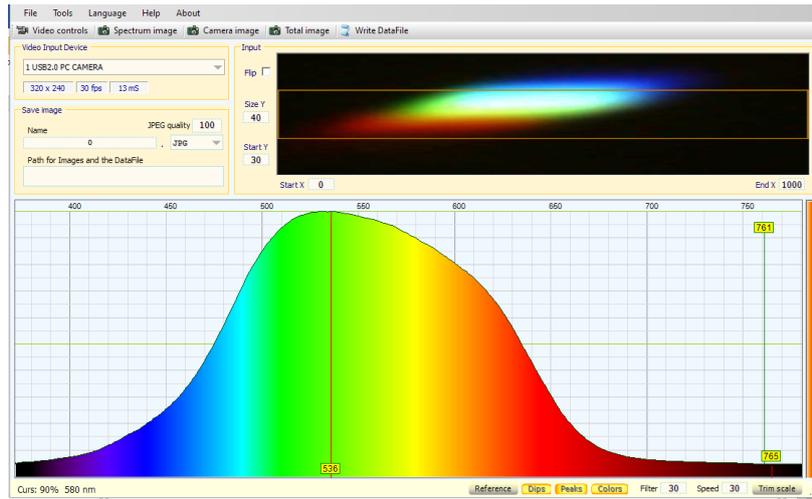
Gambar 10. Spektrum cahaya LED tube putih.



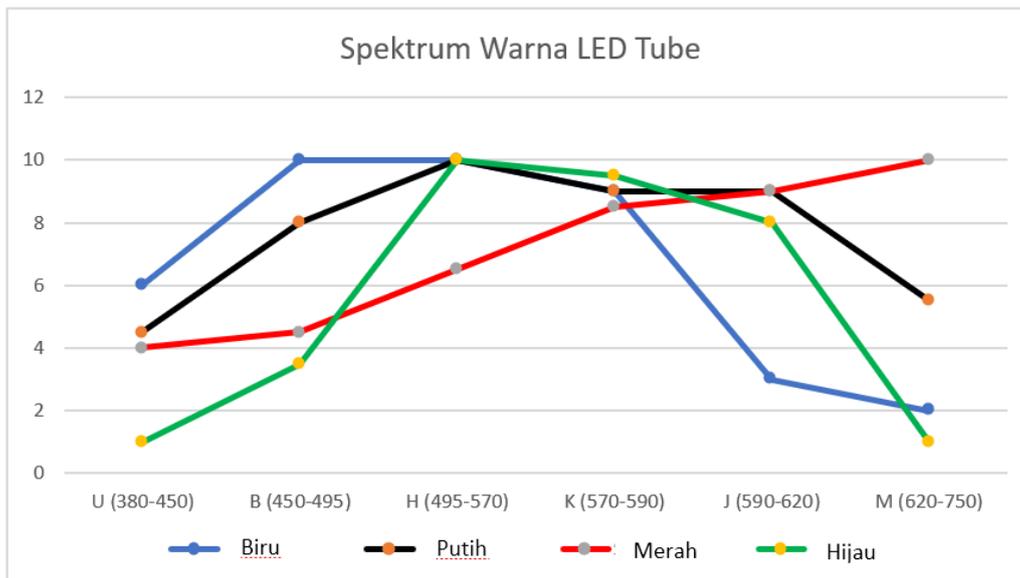
Gambar 11. Spektrum cahaya LED tube biru



Gambar 12. Spektrum cahaya LED tube merah



Gambar 13. Spektrum cahaya LED tube hijau

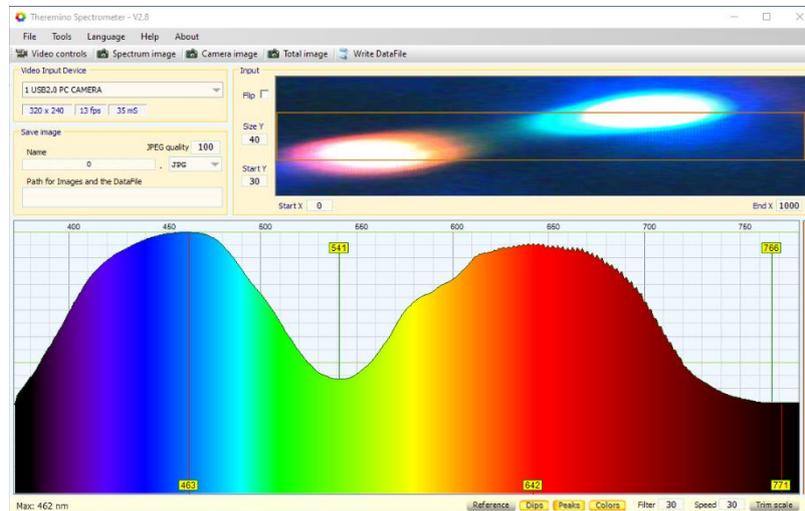


Gambar 14. Grafik spektrum cahaya LED tube putih, biru, merah dan hijau

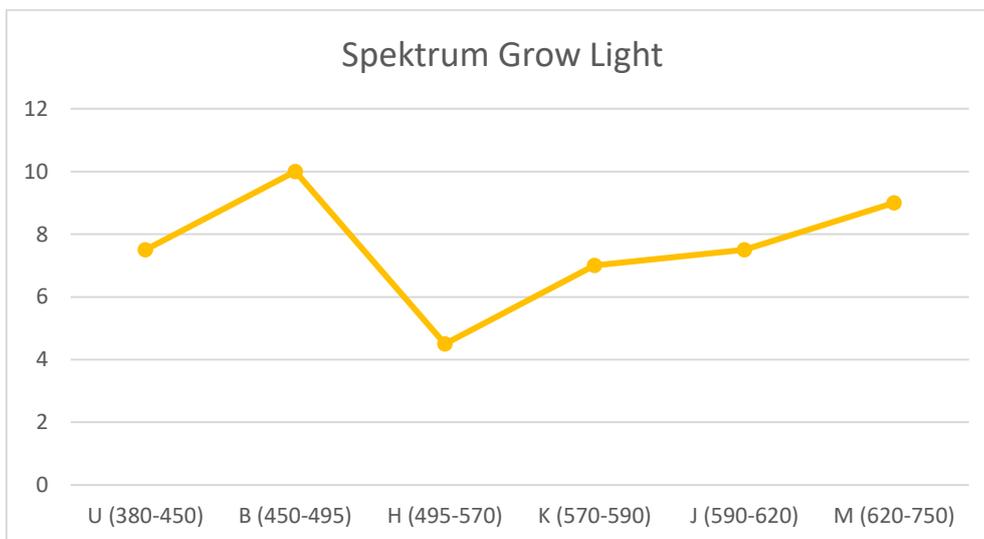
Sumber cahaya buatan dari lampu *LED tube* memiliki 4 macam warna yaitu biru, putih, merah dan hijau. Spektrum warna yang dihasilkan dari *LED tube* putih pada memiliki pola penyebaran menyerupai sinar matahari dengan dominasi spektrum hijau dan kuning. *LED tube* putih sesuai untuk pertumbuhan tanaman karena memiliki *curs* spektrum warna biru yang mencapai 80% dan warna merah sebesar 55%. Efisiensi spektrum warna yang dihasilkan dari *LED tube* putih untuk pertumbuhan tanaman masih rendah karena spektrum warna yang dihasilkan didominasi oleh spektrum hijau dan kuning.

Spektrum warna *LED tube* biru didominasi oleh spektrum biru (450 – 495 nm) dengan nilai *curs* sebesar 100% dan *LED tube* merah didominasi oleh spektrum merah (620 – 750 nm) dengan nilai *curs* sebesar 100%. *LED tube* biru dan merah menghasilkan spektrum yang didominasi oleh warna biru dan merah. Kedua spektrum warna ini merupakan spektrum yang dibutuhkan oleh tanaman untuk proses fotosintesis. *LED tube* biru dan merah jika digunakan secara terpisah sebagai sumber cahaya untuk pertumbuhan tanaman masih belum memenuhi kebutuhan dari

tanaman. Spektrum cahaya dari LED *tube* hijau didominasi oleh warna hijau (495 – 570 nm) *curs* 100% dan kuning (570 – 590 nm) *curs* 95%. Spektrum biru dan merah pada LED *tube* hijau memiliki nilai *curs* yang rendah yaitu 35% dan 10%. Spektrum warna yang dihasilkan LED *tube* hijau tidak sesuai untuk pertumbuhan tanaman karena spektrum biru dan merah memiliki nilai *curs* yang rendah.



Gambar 15. Spektrum cahaya LED grow light



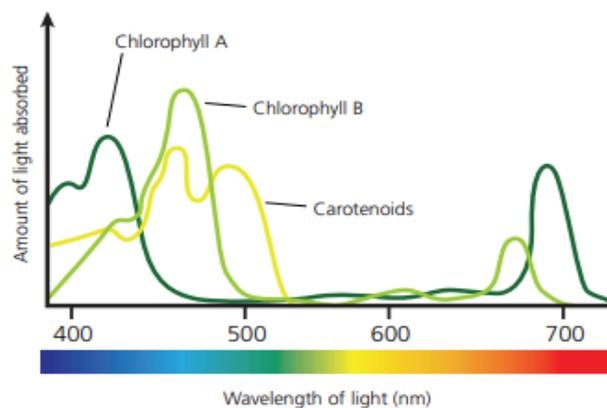
Gambar 16. Grafik spektrum cahaya LED grow light

Spektrum cahaya yang dihasilkan oleh LED *grow light* didominasi oleh spektrum biru dengan nilai *curs* sebesar 100% dan spektrum merah dengan nilai *curs* 100%. Cahaya buatan yang dihasilkan dari LED *grow light* sesuai untuk pertumbuhan tanaman karena spektrum yang dominan adalah biru dan merah. Panjang gelombang terbaik dari cahaya tampak untuk fotosintesis berada dalam kisaran biru (425–450 nm) dan merah (600–700 nm) (Vernier, 2018). Efisiensi cahaya yang dihasilkan oleh LED *grow light* lebih baik dibanding dengan jenis led putih, hijau, merah dan biru, karena dua spektrum utama yang dibutuhkan oleh tanaman terpenuhi.

Tabel 1. Nilai *Curs* Dari Berbagai Sumber Cahaya

Sumber	Panjang Gelombang ( <i>curs</i> x10%)					
	U (380- 450)	B (450- 495)	H (495- 570)	K (570- 590)	J (590- 620)	M (620- 750)
Cahaya Matahari	6,0	7,9	9,4	10,0	9,9	8,8
LED Philips, Cool White	3	3	8,5	10	10	3,5
LED Putih	2,5	5	9	10	8	4,5
Philips 220, Par 38 EC Flood, Biru	10	10	5	4,5	4,5	4,5
LED Tube Biru	6	10	10	9	3	2
LED Tube Putih	4,5	8	10	9	9	5,5
LED Tube Merah	4	4,5	6,5	8,5	9	10
LED Tube Hijau	1	3,5	10	9,5	8	1
LED Grow Light	7,5	10	4,5	7	7,5	9

Kualitas cahaya adalah merupakan mutu cahaya yang diterima atau yang sampai pada permukaan bumi yang dinyatakan dengan panjang gelombang (Arifin, 1988). Panjang gelombang cahaya yang dimanfaatkan oleh tanaman dengan pigmen klorofil A dan Klorofil B adalah biru (425–450 nm) dan merah (600–700 nm). Hal ini dibuktikan juga dalam penelitian Acero (2013) menunjukkan bahwa warna putih lampu neon dapat memberikan hasil yang lebih tinggi pada pertumbuhan tanaman pakcoy dibandingkan dengan lampu neon yang berwarna hijau, biru, kuning dan merah. Pigmen karotenoid dominan menyerap cahaya biru dan hijau (Heliospectra, 2012). Karotenoid merupakan zat yang menyebabkan warna merah, kuning, oranye, dan hijau tua pada buah dan sayuran (Jagapati, 2018). Kualitas cahaya buatan yang digunakan sebagai sumber energi pertumbuhan tanaman harus memenuhi panjang gelombang yang dibutuhkan oleh tanaman.



Gambar 17. Grafik penyerapan spektrum cahaya oleh pigmen klorofil dan karotenoid.

Sumber pencahayaan buatan berasal dari lampu. Jenis lampu terbagi menjadi beberapa jenis berdasarkan prinsip kerjanya seperti, Lampu Pijar (*Incandescent Lamp*), Lampu Neon (*Fluorescent Lamp*), Lampu Neon Kompak (*Compact Fluorescent Lamp / CFL*), Lampu Halogen, Lampu HID (*High Intensity Discharge*), Lampu CFL (*Hybrid Halogen*) dan LED (*Light Emitting Diode*) (Gala, 2020). Lampu LED memiliki efisiensi aplikasi yang lebih tinggi dibandingkan sumber

cahaya lain dalam aplikasi pencahayaan (EREE, 2009). Lampu LED sesuai digunakan untuk sumber cahaya buatan bagi pertumbuhan tanaman karena mempunyai efisiensi yang tinggi.

## Kesimpulan

Berdasarkan kajian yang telah dilakukan, spektrum warna cahaya buatan yang mendekati spektrum sinar matahari adalah spektrum warna putih. Efisiensi spektrum warna putih masih rendah jika digunakan sebagai sumber cahaya buatan untuk fotosintesis tanaman berklorofil. Pengganti spektrum warna putih yang lebih efisien untuk fotosintesis tanaman dengan pigmen klorofil adalah perpaduan warna biru dan merah atau *growlight*.

## Referensi

- Acero, L. H. (2013). Growth response of brassica rapa on the different wavelength of light. *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, 4(6), 415 – 418.
- Andor. (2020). *An overview of the properties of light* (Oxford Instruments). <https://andor.oxinst.com/learning/view/article/what-is-light>. Diakses pada tanggal 29 Agustus 2020.
- Arifin. (1988). Pengelolaan naungan dalam pertumbuhan dan produksi tanaman kacang hijau. *Agrivita*, 11, 17 – 19.
- EREE (Energy Efficiency and Renewable Energy). (2009). Energy Efficiency of White LEDs. <https://www.energy.gov/eere/ssl/solid-state-lighting>. Diakses pada tanggal 4 September 2020.
- Gala, S. (2020). *Lampu dan jenis – jenis lampu*. <https://www.s-gala.com/blog-post/jenis-lampu>. Diakses pada tanggal 4 September 2020.
- Heliospectra. (2012). Which regions of the electromagnetic spectrum do plants use to drive photosynthesis?. [www.Heliospectra.com](http://www.Heliospectra.com). Diakses pada tanggal 3 September 2020.
- Jagapati. (2018). *2 Jenis karotenoid dan manfaatnya*. <https://www.jagapati.com/artikel/2-Jenis-Karotenoid-dan-Manfaatnya.html>. Diakses pada tanggal 3 September 2020.
- Kozai, T. (2018) *Smart plant factory, springer nature Singapore Pte Ltd*. doi: 10.1007/978-981-13-1065-2.
- Poincelot, R. P. (1980). *HORTICULTURE: principles and practical applications*. London: Prentice-Hall.
- Putra, R. R., Mercuriani, I. S., & Semiarti, E. (2016). Pengaruh cahaya dan temperatur terhadap pertumbuhan tunas dan profil protein tanaman anggrek phalaenopsis amabilis transgenik pembawa gen ubipro : paft. *Jurnal Bioeksperimen*, 2(2), 79-90.
- Seufert, V., Ramankutty, V., & Foley, J. A. (2012). Comparing the yields of organic and conventional agriculture. *Nature*, 48 (5), 229 – 232.
- Soeleman, S., & Rahayu, D. (2013). *Halaman organik: Mengubah taman rumah menjadi taman sayuran organik untuk gaya hidup sehat*. Jakarta Selatan: PT AgroMedia Pustaka.
- Utami. (2018). *Pengaruh cahaya terhadap pertumbuhan tanaman*. Bali. Fakultas Pertanian Universitas Udayana.
- Vernier. (2018). What Are the Best Light Sources For Photosynthesis?. <https://www.vernier.com/2018/09/04/what-are-the-best-light-sources-for-photosynthesis/>. Diakses pada tanggal 3 September 2020.
- Wiraatmaja, W. (2017). *Bahan ajar fotosintesis*. Denpasar. Program Studi Agroekoteknologi Fakultas Pertanian Unud.