

RANCANG BANGUN PENGOPTIMALAN PADA PERTUMBUHAN TANAMAN BAWANG PUTIH MEMANFAATKAN SINAR MATAHARI DAN SINAR ULTRAVIOLET BERBASIS ARDUINO UNO

Wisnu Broto¹, Muhammad Hasbi Nur Rahman²

Teknik Elektro, Universitas Pancasila, Jl. Lenteng Agung Raya No.56, RT.1/RW.3, Srengseng Sawah, Kec. Jagakarsa, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta, Indonesia, 12630

Correspondence: Ainil Syafitri (ainils76@gmail.com)

Received: 01 July 2025 – Revised: 30 July 2025 - Accepted: 30 Aug 2025 - Published: 30 Sept 2025

Abstrak.

Bawang Putih (*Allium sativum* L.) untuk dapat tumbuh optimal memerlukan kondisi kelembaban 60 – 70 % dengan suhu 25 - 31°C untuk varietas dataran rendah yang tumbuh pada ketinggian 200 mdpl. Tanaman bawang Putih merupakan tanaman yang memerlukan panas cahaya matahari 14-16 jam, sedangkan Indonesia lama sinar matahari tidak lebih dari 12 jam. Sehingga dapat mempengaruhi pertumbuhan dari bawang putih. Oleh karena itu untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan penyinaran agar dapat meningkatkan dimensinya. Lampu LED UV dapat digunakan untuk menambah lama penyinaran pada tanaman bawang putih. Percobaan penyinaran tanaman bawang putih dilakukan pada greenhouse dengan media tanam tanah yang dicampur sekam. Perlakuan lama penyinaran dengan sinar matahari dan sinar ultraviolet yang digunakan yakni 16 jam, dengan intensitas cahaya yang berbeda yakni, redup (400 – 450 lux), sedang (700 – 750 lux) dan terang (800 – 850 lux). Parameter pertumbuhan tanaman bawang putih yang diukur selama 12 minggu adalah tinggi tanaman dan jumlah daun. Pengontrolan pencahayaan dalam greenhouse menggunakan LED UV dengan panjang gelombang merah (660 nm) dan biru (450 nm). Dimana menghasilkan tanaman bawang putih dengan tinggi daun dan jumlah daun intensitas redup (35,90 ~ 36,80 cm dan 9 helai), intensitas sedang (43,40 ~ 44,30 cm dan 9 helai), intensitas terang (38,00 ~ 38,90 cm dan 8 helai), dan tanpa lampu (37,80 ~ 38,70 cm dan 8 helai). Dimana hasil bawang putih setelah panen menghasilkan dimensi dengan intensitas cahaya redup (28 mm, berat 4 gr, dan jumlah siung 10 buah), intensitas cahaya sedang (37 mm, berat 6 gr, dan jumlah siung 10 buah), intensitas cahaya terang (34 mm, berat 5 gr, dan jumlah siung 10 buah) dan tanpa lampu (24 mm, berat 3 gr, dan jumlah siung 8 buah).

Kunci : Bawang Putih, Lampu LED UV, Greenhouse

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara pertanian, artinya pertanian memegang peranan yang sangat penting dari keseluruhan perekonomian nasional. Hal tersebut dapat ditunjukkan dari banyaknya penduduk atau tenaga kerja yang hidup atau bekerja pada sektor pertanian atau dilihat dari besarnya devisa yang berasal dari pertanian. Salah satu tanaman hortikultura yang banyak dikembangkan di Indonesia yaitu komoditi sayuran.

Budidaya tanaman sayuran banyak dilakukan oleh masyarakat dan dapat memberikan pendapatan secara langsung kepada petani, baik itu dalam skala kecil, skala menengah, maupun besar. Hal tersebut disebabkan karena nilai jual tanaman hortikultura cukup tinggi, memiliki jenis yang beragam dan jika dilihat dari permintaan selalu meningkat karena jenis komoditi tanaman hortikultura merupakan kebutuhan pokok masyarakat dan dibutuhkan dalam jumlah yang cukup dengan harga yang terjangkau oleh masyarakat.

Bawang putih merupakan salah satu komoditas tanaman hortikultura yang sangat penting untuk masyarakat Indonesia karena sering digunakan sebagai bumbu dalam masakan. Namun, untuk memenuhi kebutuhan saat ini Indonesia masih sangat bergantung kepada bawang putih impor. Produksi bawang putih di Indonesia pada tahun 2016 sebesar 21.150, sedangkan besarnya impor mencapai 444.301 ton.

Hal ini juga terlihat dari besarnya pengaruh harga bawang putih impor dan kebijakan penerapan tarif impor dan nilai tukar rupiah terhadap ketersediaan dan konsumsi bawang putih di Indonesia. Konsumen juga lebih menyukai bawang impor dari Cina daripada bawang putih lokal karena harganya lebih murah dan umbinya lebih besar. Armeriana mengemukakan bahwa bawang putih yang diminati konsumen adalah bawang putih yang ukurannya besar. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman bawang putih seperti cahaya, suhu, dan kelembaban udara, dilakukan pengontrolan sesuai dengan persyaratan pertumbuhan bawang putih, sehingga pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman bawang putih dapat maksimal.

Pembentukan umbi bawang putih salah satunya dipengaruhi oleh faktor lingkungan, khususnya rentang sinar matahari. Indonesia adalah negara tropis yang memiliki rentang sinar matahari tidak lebih dari 12 jam. Bawang Putih di negara subtropis seperti Cina lama penyinaran selama 14 - 16 jam untuk berlangsungnya pembentukan umbi yang optimal.

Kurang lamanya penyinaran matahari di Indonesia berakibat pada penurunan waktu proses fotosintesis, sehingga menyebabkan pertumbuhan dan produktivitas bawang putih rendah.

Upaya untuk mengatasi kurangnya panjang hari di negara tropis seperti Indonesia adalah dengan menambahkan lamanya penyinaran menggunakan lampu LED UV. Lampu LED UV dapat dijadikan sumber penyinaran buatan karena fungsinya dapat sebagai pengganti cahaya matahari. Sinar matahari yang ditangkap klorofil pada tanaman yang mempunyai hijau daun merupakan energi dalam proses fotosintesis.

Hasil fotosintesis ini menjadi bahan utama dalam pertumbuhan dan produksi tanaman meningkatkan laju pangan. Selain fotosintesis, peningkatan sinar matahari biasanya mempercepat pertumbuhan tumbuhan. Sebaliknya, dan penurunan intensitas cahaya matahari akan memperpanjang masa pertumbuhan. Lampu LED UV dapat memancarkan berbagai spektrum cahaya seperti biru, hijau, kuning dan merah sehingga dapat membantu proses fotosintesis. Tidak semua warna cahaya dapat diserap oleh tanaman.

Spektrum cahaya biru banyak diserap oleh tanaman pada fase vegetative, sedangkan spektrum cahaya merah lebih banyak diserap pada fase generatif. Kedua spektrum ini sesuai dengan kebutuhan tanaman karena pigmen klorofil menyerap lebih banyak cahaya pada warna merah (650-700 nanometer) menstimulasi pertumbuhan vegetatif dan pembungaan dan warna biru (400-500 nanometer) berfungsi untuk menjaga laju pertumbuhan tanaman, sehingga tanaman dapat tumbuh ideal, khususnya pada pembenihan tanaman. Tanaman bawang putih varietas dataran rendah untuk dapat tumbuh dengan optimal memerlukan kondisi kelembaban yang rendah dibawah 70%, suhu 25-31 °C, dengan ketersediaan air yang banyak serta cahaya matahari yang cukup.

Intensitas cahaya, suhu dan kelembaban berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman bawang putih, maka dari itu intensitas cahaya, suhu dan kelembaban udara didalam greenhouse harus terkontrol. Pengontrolan sebaiknya menggunakan sistem kontrol yang dapat mengontrol dan memanipulasi suhu dan kelembaban udara secara real time. Arduino Uno yang di integrasikan dengan sensor DHT11 dapat membaca suhu dan kelembaban didalam greenhouse.

Dengan mengkombinasikan mist maker, fan dan heater dapat memanipulasi suhu dan kelembaban didalam greenhouse baik menurunkan atau meningkatkan suhu ruangan. Mist maker akan bekerja saat sensor DHT11 membaca kelembaban dibawah 60%, fan akan bekerja saat sensor DHT11 membaca suhu diatas 31 °C, dan heater akan bekerja saat

sensor DHT11 membaca kelembaban diatas 70%. Sedangkan untuk mengontrol led uv sebagai sumber energi pengganti sinar matahari dapat di integrasikan Arduino Uno dengan sensor LDR dan RTC. Led uv tidak akan bekerja saat pukul 06.00 sampai 18.00 akan tetapi led uv akan bekerja setelah pukul 18.00 sampai dengan pukul 22.00 dan saat sensor LDR membaca intensitas cahaya kurang dari 550 lux.

Penyinaran lebih dari 16 jam mengakibatkan tanaman mengalami batas titik jenuh cahaya dan temperatur daun meningkat sehingga menghambat pertumbuhan tanaman. Usaha pengendalian intensitas cahya, suhu, dan kelembaban di membutuhkan dalam perangkat greenhouse tambahan. Perangkat tambahan untuk mengendalikan kelembaban dan suhu yakni mist maker, fan, dan led uv sebagai sumber penyinaran. Perangkat tambahan ini bekerja berdasarkan keluaran yang didapat oleh suatu sensor. Sensor yang digunakan di dalam pembuatan alat ini yakni sensor DHT11 (modul sensor suhu kan kelembaban) dan sensor LDR (sensor intensitas cahaya).

MASALAH

Indonesia merupakan negara agraris yang bergantung pada sektor pertanian, termasuk tanaman hortikultura seperti bawang putih. Budidaya sayuran memberikan pendapatan langsung kepada petani karena nilai jualnya tinggi dan permintaan konsumen yang terus meningkat. Bawang putih sangat penting dalam kehidupan masyarakat Indonesia, namun produksinya masih rendah dan bergantung pada impor, terutama dari Cina.

Faktor lingkungan seperti cahaya, suhu, dan kelembaban sangat memengaruhi pertumbuhan bawang putih. Negara subtropis seperti Cina memiliki durasi sinar matahari 14–16 jam yang mendukung pembentukan umbi, sedangkan Indonesia hanya memiliki penyinaran kurang dari 12 jam. Hal ini berdampak pada penurunan fotosintesis dan produktivitas tanaman.

Solusi untuk kondisi ini adalah penggunaan lampu LED UV sebagai penyinaran buatan untuk menggantikan sinar matahari. LED UV dapat memancarkan cahaya spektrum merah dan biru yang mendukung pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman. Spektrum biru (400–500 nm) mendukung pertumbuhan awal, sedangkan spektrum merah (650–700 nm) meningkatkan pembentukan umbi.

Varietas bawang putih dataran rendah membutuhkan suhu 25–31°C, kelembaban di bawah 70%, dan intensitas cahaya yang cukup. Pengontrolan faktor lingkungan dalam

greenhouse dapat dilakukan dengan Arduino Uno yang terintegrasi dengan sensor DHT11 (suhu dan kelembaban), LDR (intensitas cahaya), dan RTC (waktu).

METODE PELAKSANAAN

Rancang bangun pengoptimalan pertumbuhan bawang putih memanfaatkan sinar matahari dan sinar uv berbasis Arduino uno ini terdiri dari beberapa komponen penting yaitu kontrol boks, led uv, heater, fan, mist maker, sensor LDR, sensor DHT11, dan RTC.

Pada alat ini digunakan sensor LDR sebagai sensor atau deteksi cahaya dan sensor DHT11 sebagai sensor atau deteksi suhu dan kelembaban. Arduino Uno sebagai pemroses masukan dan led uv, heater, fan, dan mist maker sebagai keluaran. Pada greenhouse pertumbuhan bawang putih terdapat 4 percobaan dengan masing-masing ukuran 25 cm x 30 cm dan tinggi 30 cm, percobaan pertama dengan intensitas cahaya redup yaitu 400 - 450 lux, percobaan kedua dengan intensitas cahaya sedang yaitu 700 - 750 lux, percobaan ketiga dengan intensitas cahaya terang yaitu 800 - 850 lux. Di dalam greenhouse ini digunakan 2 buah sensor yaitu, sensor LDR dan sensor DHT11 diletakkan dibagian tengah greenhouse.

Pada alat ini juga terdapat kontrol boks yang berisi Arduino uno, LCD dan relay. Alat akan bekerja berdasarkan setpoint yang ditentukan, LED UV tidak akan bekerja pada pukul 06.00 – 22.00 dan saat sensor LDR tidak membaca intensitas cahaya matahari maka LED UV akan bekerja untuk menambah penyinaran selama 4 jam. Jika suhu ruang diatas 31 °C maka fan akan bekerja, Apabila kelembaban diatas 70% maka heater akan bekerja dan apabila kelembaban dibawah 60% maka mist maker akan bekerja. Ruang tanam pada Rancang Bangun Sinar Ultraviolet ini terbagi menjadi 4 ruangan, dimana masing-masing ruang menggambarkan setiap perlakuan intensitas cahaya yang berbeda.

Untuk media tanam bawang putih digunakan wadah nampan plastik dengan ukuran 21 cm x 26 cm dan terdapat 6 tanaman bawang putih disetiap media tanam dengan jarak 10 cm pada setiap tanaman bawang putih. Pada media tanam bawang putih menggunakan pupuk organik dengan komposisi sekam bakar, pupuk kandang, cocopeat, akar pakis dan Tanah. Langkah-langkah yang dilakukan untuk melakukan penanaman tanaman bawang putih adalah seperti berikut:

1. Bawang putih dilakukan penyemaian selama 14 hari hingga keluar akar dan daun.

2. Menyiapkan media tanam.
3. Memindahkan tanaman bawang putih dari tempat penyemaian ke media tanam sebanyak 6 buah dengan jarak 10 cm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis menunjukkan bahwa adanya peningkatan pertumbuhan dan perkembangan tanaman bawang putih setelah adanya perlakuan penambahan lama penyinaran. Rata-rata jumlah daun tanaman bawang putih pada pengamatan umur 1 sampai 3 minggu setelah tanam (MST) memiliki 1 sampai 3 helai daun dengan tinggi daun 2 sampai 3 cm, pada pengamatan 4 sampai 9 MST memiliki 4 sampai 7 helai daun dan tinggi daun 5 sampai 27 cm dengan rata-rata pertumbuhan 2 sampai 3 cm setiap minggunya, pada pengamatan 10 sampai 12 MST memiliki 7 sampai 8 helai daun dan tinggi daun mencapai 26 sampai 44 cm dengan rata-rata pertumbuhan 4 sampai 5 cm setiap minggunya.

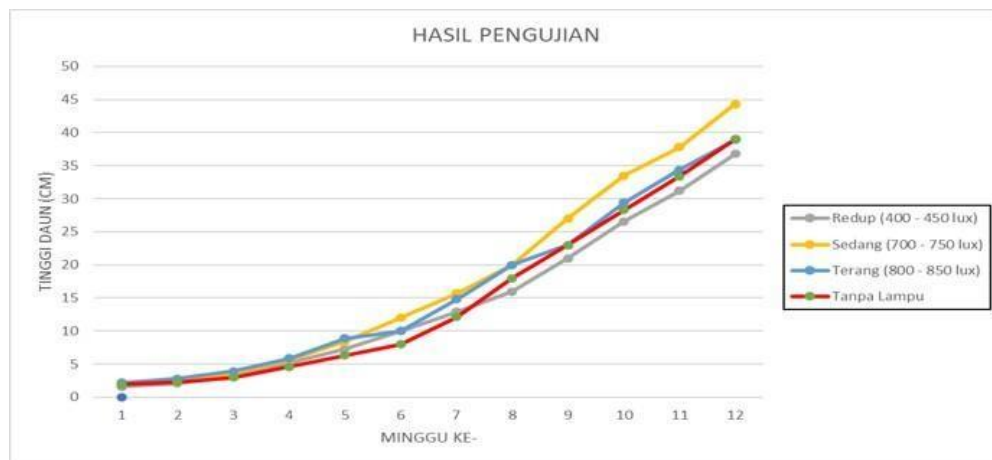
Sedangkan diameter umbi mencapai 24 sampai 37 mm dengan rata-rata jumlah suing mencapai 10 buah. Jika dilihat dari grafik tinggi daun, intensitas cahaya terang 800 – 850 lux pada minggu pertama sampai minggu ke lima mengalami pertumbuhan tinggi daun yang paling cepat tetapi memasuki minggu ke enam pertumbuhan tinggi daun mulai melambat, Intensitas cahaya sedang 700 – 750 lux pada minggu pertama sampai minggu kelima mengalami pertumbuhan tidak secepat intensitas cahaya terang akan tetapi memasuki minggu ke enam mengalami pertumbuhan tinggi daun yang lebih baik daripada intensitas cahaya terang. Intensitas cahaya redup 400 – 450 lux dan percobaan tanpa lampu pada minggu pertama sampai minggu kelima mengalami pertumbuhan hampir sama, tetapi pada saat minggu ke enam sampai minggu ke tujuh intensitas cahaya redup mengalami pertumbuhan yang lebih baik daripada percobaan tanpa lampu, memasuki minggu ke delapan percobaan tanpa lampu mengalami pertumbuhan yang lebih baik daripada intensitas redup.

Lama penyinaran lampu LED UV dengan intensitas cahaya sedang 700 - 750 lux terhadap tanaman bawang putih lebih tinggi dibandingkan dengan percobaan yang lain, akan tetapi terjadi permasalahan dimana saat semakin tinggi tumbuhan bawang putih pada kotak percobaan greenhouse daun akan semakin dekat dengan heater yang mengakibatkan beberapa daun tanaman bawang putih layu karena panas dari heater

Minggu Ke-	Intensitas Cahaya	Jumlah daun	Tinggi Daun Terendah(cm)	Tinggi Daun Tertinggi(cm)
1	Redup (400 - 450 lux)	1	1,60	1,60
	Sedang (700 - 750 lux)	1	2,00	2,00
	Terang (800 - 850 lux)	1	2,20	2,20
	Tanpa Lampu	1	1,90	1,90
2	Redup (400 - 450 lux)	2	1,60	2,10
	Sedang (700 - 750 lux)	2	1,80	2,30
	Terang (800 - 850 lux)	2	2,30	2,80
	Tanpa Lampu	1	1,80	2,30
3	Redup (400 - 450 lux)	3	2,80	3,30
	Sedang (700 - 750 lux)	3	3,10	3,60
	Terang (800 - 850 lux)	3	3,40	3,90
	Tanpa Lampu	2	2,50	3,00
4	Redup (400 - 450 lux)	5	4,70	5,20
	Sedang (700 - 750 lux)	4	5,10	5,60
	Terang (800 - 850 lux)	4	5,40	5,90
	Tanpa Lampu	4	4,10	4,60
5	Redup (400 - 450 lux)	6	6,80	7,30
	Sedang (700 - 750 lux)	5	7,90	8,40
	Terang (800 - 850 lux)	5	8,40	8,90

	Tanpa Lampu	5	5,80	6,30
6	Redup (400 - 450 lux)	6	9,10	9,70
	Sedang (700 - 750 lux)	6	10,70	11,30
	Terang (800 - 850 lux)	6	9,30	9,90
	Tanpa Lampu	6	7,80	8,40
7	Redup (400 - 450 lux)	7	12,30	12,90
	Sedang (700 - 750 lux)	7	15,10	15,70
	Terang (800 - 850 lux)	6	14,20	14,80
	Tanpa Lampu	6	11,50	12,10
8	Redup (400 - 450 lux)	7	15,00	15,60
	Sedang (700 - 750 lux)	7	18,60	19,20
	Terang (800 - 850 lux)	7	19,00	19,60
	Tanpa Lampu	7	16,70	17,30
9	Redup (400 - 450 lux)	8	20,00	20,60
	Sedang (700 - 750 lux)	7	25,50	26,10
	Terang (800 - 850 lux)	7	22,60	23,20
	Tanpa Lampu	7	23,00	23,60
10	Redup (400 - 450 lux)	8	25,90	26,60
	Sedang (700 - 750 lux)	7	32,80	33,50
	Terang (800 - 850 lux)	8	28,70	29,40
	Tanpa Lampu	7	27,60	28,30
11	Redup (400 - 450 lux)	8	30,50	31,20

	Sedang (700 - 750 lux)	8	37,10	37,80
	Terang (800 - 850 lux)	8	33,70	34,40
	Tanpa Lampu	8	32,70	33,40
12	Redup (400 - 450 lux)	9	35,90	36,80
	Sedang (700 - 750 lux)	9	43,40	44,30
	Terang (800 - 850 lux)	8	38,00	38,90
	Tanpa Lampu	8	37,80	38,70



Tabel 2 Rata-rata Jumlah Siung, Berat Basah dan Diameter Umbi

Perlakuan	Hasil Panen		
	Jumlah Siung (buah)	Berat Basah (gr)	Diameter Umbi (mm)
Tanpa Lampu	8	3	24
Intensitas Cahaya Redup (400 – 450 lux)	10	4	28
Intensitas Cahaya Sedang (700 – 750 lux)	10	6	37
Intensitas Cahya Terang (800 – 850 lux)	10	5	34

A. Pengaruh Warna Cahaya LED UV Terhadap Pertumbuhan Tanaman Bawang Putih

Warna cahaya berperan penting dalam proses fotosintesis. Pada saat fase vegetatif banyak menyerap cahaya pada panjang gelombang 400-940 nm (biru) dan saat fase generatif banyak menyerap cahaya pada panjang gelombang 620-680 nm (merah). Semakin banyak cahaya yang diserap maka semakin banyak juga energi untuk melakukan fotosintesis. Pada tanaman terdapat dua jenis pigmen yang berfungsi aktif sebagai pusat reaksi atau fotosintesis yaitu fotosistem I dan fotosistem II. Fotosistem I terdiri dari molekul klorofil yang menyerap cahaya pada panjang gelombang 700 nm sedangkan fotosistem II terdiri dari molekul yang menyerap cahaya pada panjang gelombang 680 nm, dimana pada panjang gelombang 680 nm dan 700 nm merupakan panjang gelombang untuk cahaya merah.

B. Pengaruh Intensitas Cahaya LED UV Terhadap Pertumbuhan Tanaman Bawang Putih

Proses fotosintesis berjalan optimal Ketika cahaya yang diserap juga optimal. Semakin tinggi intensitas cahaya maka semakin banyak energi yang diperoleh sehingga fotosintesis meningkat, akan tetapi intensitas yang terlalu tinggi akan menurunkan proses fotosintesis. Intensitas cahaya yang terlalu tinggi akan meningkatkan temperature dan stomata menutup dan mengakibatkan klorofil rusak sehingga kandungan klorofil berkurang, sebaliknya jika intensitas cahaya terlalu rendah juga menurunkan kandungan klorofil karena proses fotosintesis menjadi terhambat.

C. Pengaruh Waktu Penyinaran LED UV Terhadap Tanaman Bawang Putih

Cahaya berperan penting dalam proses fotosintesis, waktu penyinaran yang tepat akan meningkatkan laju fotosintesis karena energi yang dibutuhkan untuk melakukan fotosintesis terpenuhi. Hasil penelitian menunjukkan dengan penyinaran dengan matahari ditambah penyinaran LED UV selama 4 jam dengan total penyinaran kurang lebih 16 jam meningkatkan pertumbuhan tanaman bawang putih. Hal ini menunjukkan dengan penambahan penyinaran LED UV bisa membantu proses fotosintesis menjadi lebih optimal.

KESIMPULAN

1. Berdasarkan percobaan ketika tanaman disinari selama 16 jam dengan intensitas pencahayaan redup (400 - 450 lux), sedang (700 – 750 lux), terang (800 – 850 lux), dan tanpa lampu mendapatkan hasil tanaman bawang putih dengan tinggi daun dan jumlah daun intensitas redup (35,90 ~ 36,80 cm dan 9 helai), intensitas sedang (43,40 ~ 44,30 cm dan 9 helai), intensitas terang (38,00 ~ 38,90 cm dan 8 helai), dan tanpa lampu (37,80 ~ 38,70 cm dan 8 helai). Dimana hasil bawang putih setelah panen menghasilkan dimensi dengan intensitas cahaya redup (28 mm, berat 4 gr, dan jumlah siung 10 buah), intensitas cahaya sedang (37 mm, berat 6 gr, dan jumlah siung 10 buah), intensitas cahaya terang (34 mm, berat 5 gr, dan jumlah siung 10 buah) dan tanpa lampu (24 mm, berat 3 gr, dan jumlah siung 8 buah) yang dapat terlihat bahwa tipe intensitas cahaya terang lebih baik dibandingkan dengan percobaan yang lain karena tanaman yang mendapatkan tambahan penyinaran 4 jam akan meningkat karena proses fotosintesis berlangsung lebih optimal.
2. Suhu dan kelembaban berpengaruh terhadap pertumbuhan panjang daun, diameter umbi, dan berat bawang putih, tidak signifikan terhadap jumlah daun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur saya panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya saya dapat menyelesaikan penulisan paper ini dengan baik. Saya juga mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada panitia **Seminar Nasional di Universitas Ma Chung** atas kesempatan dan wadah yang luar biasa untuk dapat berkontribusi dalam kegiatan ilmiah ini.

Tak lupa, saya menyampaikan apresiasi kepada dosen pembimbing, rekan-rekan, serta semua pihak yang telah memberikan dukungan dan motivasi selama proses penulisan paper ini berlangsung. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan menjadi sumbangsih kecil dalam dunia akademik.

DAFTAR PUSTAKA

1. Strategi Menuju Swasembada Bawang Putih
[https://www.pertanian.go.id/home/?s how=news&act=view&id=3753](https://www.pertanian.go.id/home/?s%5Bhow=news&act=view&id=3753)
2. Arduino Uno <https://www.arduinoindonesia.id/2017/02/arduino-uno.html>
3. Imam Sodikin, Joko Triono, 2014. RANCANG BANGUN ALAT PEMACU TUMBUHAN TANAMAN GUNA MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS HASIL PERTANIAN PADA INDUSTRI KECIL HERBAL. Jurusan Teknik Industri dan Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Sains dan Teknologi AKPRIND
4. Sri Utami. Pengaruh Sensor LDR terhadap pengontrolan lampu.
https://jurnal.unikom.ac.id/_s/data/jurnal/v08-n02/volume-82-artikel-5.pdf/pdf/volume-82-artikel-5.pdf
5. Chrisensia Wulandari. PENGARUH TIGA JENIS LAMPU LED UV PADA PERTUMBUHAN TANAMAN PAKCOY. Program Studi Teknik Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya
6. Ika Cartika. PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN BAWANG PUTIH PADA BERBAGAI PENAMBAHAN LAMA PENYINARAN LAMPU LED PUTIH. Balai Penelitian Tanaman Sayuran
7. Muhammad Rifqi Himami, PENGARUH PAPARAN LED WARNA MERAH DAN HIJAU TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN KAILAN (*BRASSICA OLERACEAE*) DENGAN SISTEM HIDROPINIK *COCOPEAT*. Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim
8. Dyah Fajar Komala, OTOMATISASI PENGENDALIAN PENCAHAYAAN UNTUK TANAMAN SELADA (*LACTUCA SATIVA L.*) DENGAN SISTEM

TANAMAN HIDROPONIK DI DALAM *GREENHOUSE*. Program Studi Fisika, Jurusan Pendidikan Fisika, Fakukultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta

9. Samsinar Azis, 2018. PENGARUH DAYA LAMPU LED TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN BAYAM (*Amaranthus sp.*). Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
10. Desti Zulvi Handiana, 2018. KERAGAAN TIGA VARIETAS UNGGUL BAWANG PUTIH (*Allium sativum L.*) DI DUA LOKASI. Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Brawija.