

**OPTIMASI DESAIN PRODUKSI TANAMAN
HIDROPONIK MENGGUNAKAN *METODE RESPON
SURFACE***

Skripsi

**VALENTINA FEBRIYANI
NPM: 1611050180**



**Program Studi Pendidikan Matematika
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN
LAMPUNG**

1442 H/ 2022 M

**OPTIMASI DESAIN PRODUKSI TANAMAN
HIDROPONIK MENGGUNAKAN METODE**

RESPON SURFACE

Skripsi

Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat-syarat Guna Mendapatkan Gelar Strata 1 (S1) dalam Ilmu Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung



Pembimbing I: Dr. Achi Rinaldi, S.Si., M.Si.

Pembimbing II: Fraulein Intan Suri, M.Si.

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN
LAMPUNG**

1442 H/ 2022 M

ABSTRAK

Hidroponik sistem DFT merupakan salah satu metode yang menggunakan air sebagai media persediaan nutrisi. Pada Teknik hidroponik dan konsentrasi pupuk organik cair Nasa disediakan dengan jumlah yang tepat dan terkontrol. Ketergantungan petani akan pupuk kimia yang harganya cukup tinggi dan bisa merusak unsur hara tanah. Tanaman yang dihasilkan kurang berkualitas dan lahan penanaman yang sempit. Minimnya penerapan ilmu matematika di kehidupan sehari – hari. Oleh karena itu diperlukan penelitian untuk mengetahui desain produksi yang optimum untuk mencapai hasil maksimal pada tanaman pakcoy hidroponik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui model optimasi terhadap produksi tanaman menggunakan *metode respon surface*.

Model produksi tanaman yang optimal menggunakan *metode respon surface*. Desain produksi tanaman pakcoy hidroponik yang optimum adalah pada konsentrasi pupuk 15 ml/liter untuk 20 tanaman pakcoy. Koefisien determinasi R-squared (R^2) menunjukkan besarnya nilai pengaruh faktor kualitas tanaman pakcoy. Dari penelitian yang telah dilakukan, diperoleh nilai (R^2) sebesar 37.59% yang berarti konsentrasi pupuk berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy. Sedangkan 62.4% merupakan pengaruh faktor lain. Perhitungan menggunakan metode *respon surface* dengan berbantuan software Minitab 17.

Kata Kunci : Hidroponik, Metode Respon Surface, Konsentrasi POC

ABSTRACT

The DFT hydroponic system is one method that uses water as a nutrient supply medium. In the hydroponic technique and the concentration of Nasa liquid organic fertilizer is provided in the right and controlled amount. Farmers' dependence on chemical fertilizers is quite high and can damage soil nutrients. The plants produced are of poor quality and the planting area is narrow. The lack of application of mathematics in everyday life. Therefore, research is needed to determine the optimum production design to achieve maximum yields on hydroponic pakcoy plants. The purpose of this study was to determine the optimization model for crop production using the response surface method.

The optimal crop production model uses the response surface method. The optimum hydroponic pakcoy production design is at a fertilizer concentration of 15 ml/liter for 20 pakcoy plants. The coefficient of determination R-squared (R^2) indicates the magnitude of the influence of the quality factor of pakcoy. From the research that has been done, the value (R^2) is 37.59%, which means that the concentration of fertilizer affects the growth of pakcoy plants. While 62.4% is the influence of other factors. The calculation uses the response surface method with the help of Minitab 17 software.

Keywords: Hydroponics, Surface Response Method, POC Concentration



**KEMENTERIAN AGAMA
UIN RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBİYAH DAN KEGURUAN**

Alamat: Jl. Letkol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung Telp. (0721) 703260

PERSETUJUAN

**Judul Skripsi : OPTIMASI DESAIN PRODUKSI TANAMAN
HIDROPONIK MENGGUNAKAN METODE
RESPON SURFACE**

Nama : Valentina Febriyani

NPM : 1611050180

Jurusan : Pendidikan Matematika

Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

MENYETUJUI

**Untuk dimunaqsyahkan dan dipertahankan dalam Sidang
Munaqsyah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
UIN Raden Intan Lampung**

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Achi Rinaldi, M.Si.

Fraulin Intan Suri, M.Si.

NIP. 198202042006041001

NIP.

**Mengetahui
Ketua Jurusan Pendidikan Matematika**

Dr. Bambang Sri Anggoro, M.Pd.

NIP. 198402282006041004



**KEMENTERIAN AGAMA
UIN RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBİYAH DAN KEGURUAN**

Alamat: Jl. Letkol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung Telp. (0721) 703260

PENGESAHAN

Buku dengan judul: **OPTIMASI DESAIN PRODUKSI TANAMAN
HIDROPONIK MENGGUNAKAN METODE RESPON SURFACE.**

Disusun oleh **VALENTINA FEBRIYANI NPM 1611050180**, Jurusan
Pendidikan Matematika. Telah dimunaqosyahkan pada hari **Kamis**
tanggal **23 Juni 2022**.

TIM MUNAQOSYAH

Ketua : **Dr. Nanang Supriadi, M.Sc.** (.....)

Sekretaris : **Abi Fadila, M.Pd.** (.....)

Penguji Utama : **Dona Dinda Pratiwi, M.Pd.** (.....)

Penguji Pendamping I : **Dr. Achi Rinaldi, S.Si., M.Si.** (.....)

Penguji Pendamping II : **Fraulein Intan Suri, M.Si.** (.....)

Mengetahui
Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd
NIP.19640828 198803 2 002

MOTTO

لَعَلَّكُمْ لِلَّهِ وَاتَّقُوا وَرَابِطُوا وَصَابِرُوا اصْبِرُوا اٰمَنُوا الَّذِيْنَ اٰيَهَا
تُقْلِحُونَ

Artinya : Hai orang-orang yang beriman, bersabarlah kamu dan kuatkanlah kesabaranmu dan tetaplah bersiap siaga (di perbatasan negerimu) dan bertakwalah kepada Allah, supaya kamu beruntung.(Qs.Ali Imran : 200



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Valentina Febriyani

NPM : 1611050180

Program Studi : Pendidikan Matematika

Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “**Optimasi Desain Produski Tanaman Hidroponik Menggunakan Metode Respon Surface**” adalah benar – benar hasil karya penyusun sendiri, bukan duplikasi ataupun saduran dari karya orang lain kecuali bagian yang telah dirujuk dan disebut dalam *footnote* atau daftar Pustaka. Apabila di lain waktu terbukti adanya penyimpangan dalam karya ini, maka tanggung jawab sepenuhnya ada pada penyusun.

Demikian surat pernyataan ini saya buat agar dapat dimaklumi.

Bandar Lampung, Juni 2022

Penulis



Valentina Febriyani

NPM.1611050180

PERSEMBAHAN

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, serta memberikan kesempatan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat teriring salam semoga selalu tercurahkan kepada Nabi Besar Muhammad SAW, yang selalu kita nantikan syafaatnya di akhirat kelak. Aamiin. Skripsi ini penulis persembahkan kepada:

1. Orangtuaku tersayang Bapakku Topo Susilo, Ibuku Waljirah, dan adikku Dodo Yoga Renaldi, dan Damar Rifqi Aditya. Yang telah memberikan doa tulus dan terimakasih selaluku persembahkan untuk jasa, pengorbanan, dalam mendidik dan membesarkanku dengan penuh kasih sayang sehingga dapat menghantarkan kesuksesanku dalam menyelesaikan pendidikanku di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
2. Saudara-saudaraku Mas Dwiky Ihwan Ma'ruf, adikku Ayu Anggita, Adhika Atha Suwandi, Mba Kiky Retno Mutia, Naufal Wahyu Ardana, Isdayatun Oktavia keluarga besar Aris Winarto dan keluarga besar Arjo Dimejo yang menjadi semangat berjuang.
3. Sahabat – sahabatku Desi Indah Sari, Rani Kurniawati, Ani Yulianti geng kepompongku, Murni Nurul Astuti, Tika Nuraini dan Ayu Anggita geng Wacanaku, Anggi Komala Sari, Novia Indah Yani, dan Vivia Puspita Sari geng ciwi – ciwiku. Terima kasih telah menjadi sahabatku, memotivasi dan telah membantu perskripsian ini sampai di titik ini.
4. Almamater tercinta Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama **Valentina Febriyani** lahir di Merbau Mataram pada tanggal 14 Februari 1999, anak Pertama dari pasangan Bapak Topo Susilo dan Ibu Waljirah.

Penulis melalui jenjang Pendidikan dimulai dari SDN 2 Merbau Mataram yang diselesaikan pada tahun 2010, kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SMPN 2 Merbau Mataram yang diselesaikan pada tahun 2013, setelah itu penulis melanjutkan pendidikan di SMAN 1 Tanjung Bintang yang diselesaikan pada tahun 2016.

Pada tahun 2016 meneruskan pendidikan S1 di UIN Raden Intan Lampung di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Jurusan Pendidikan Matematika. Pada tahun 2019 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Pamulihan Kecamatan Way Sulan Kabupaten Lampung Selatan dan Praktek Pengalaman Lapangan (PPL) di SMK Taruna Bandar Lampung.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillahirobbil'alamin... puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir skripsi ini untuk memenuhi sebagian persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Pendidikan di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung. Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan arahan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

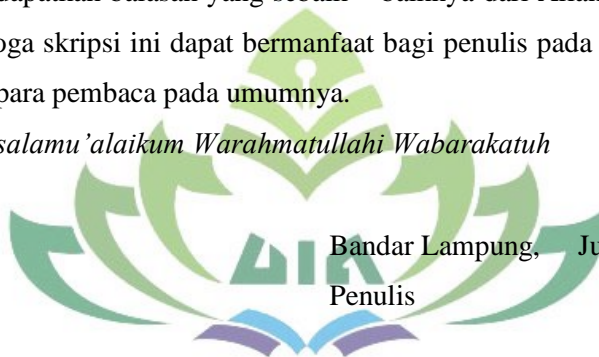
1. Ibu Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd. Selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung
2. Bapak Dr. Bambang Sri Anggoro, M.Pd. Selaku Ketua Jurusan Pendidikan Matematika
3. Bapak Dr. Achi Rinaldi, S.Si., M.Si. Selaku Pembimbing I, dan ibu Fraulein Intan Suri, M.Si. Selaku pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan.
4. Bapak dan ibu dosen Fakultas Tarbiyah dan Keguruan yang telah mendidik dan memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis selama menuntut ilmu di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung.
5. Teman – teman seperjuangan jurusan Pendidikan matematika Angkatan 2016 khususnya (Rani Kurniawati, Natasiya Liani Putri, Desi Indah Sari, Ani Yulianti, Rina Puspita, Fira Fitria, dan Dian Widi Astuti) terima kasih

atas kebersamaan dan persahabatan yang telah terbangun selama ini.

6. Keluarga besar KKN Desa Pamulihan Kecamatan Way Sulan Kabupaten Lampung Selatan, terimakasih kebersamaan kita selama 40 hari.
7. Keluarga besar PPL di SMK Taruna Bandar Lampung, terima kasih atas kebersamaan kita.

Akhirnya dengan iringan terima kasih penulis memanjatkan do'a kehadiran Allah SWT, semoga jerih payah dan amal ibadah bapak – bapak dan ibu – ibu serta teman – teman sekalian akan mendapatkan balasan yang sebaik – baiknya dari Allah SWT dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan para pembaca pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh



Bandar Lampung, Juni 2022

Penulis

Valentina Febriyani

NPM.1611050180

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Penegasan Judul.....	1
B. Latar Belakang.....	2
C. Identifikasi Masalah	9
D. Batasan Masalah	10
E. Rumusan Masalah	10
F. Tujuan	10
G. Manfaat Penelitian.....	10
H. Ruang Lingkup Penelitian	11
I. Kajian Penelitian Terdahulu Yang Relevan	11
J. Sistematika Penulisan	13
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	15
A. Metode Permukaan Respon	15
1. Pengertian	15
2. Eksperimen Ordo I.....	17
3. Eksperimen Ordo II	18
4. Karakteristik Permukaan Respon.....	19
5. Uji Hipotesis dalam Metode Permukaan Respon.....	22
B. Regresi.....	27
C. Optimasi	28
D. Desain Produksi.....	29
E. Hidroponik	30
1. Pengertian Hidroponik.....	30
2. Jenis – jenis Hidroponik	32

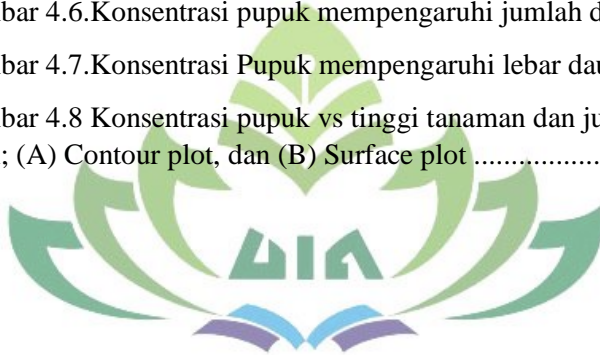
3. Teknik Sistem DFT	33
F. Pupuk Organik Cair NASA	34
G. Software R Project.....	36
1. Pengantar R	36
2. Lingkungan R	37
H. Software MINITAB.....	38
I. Kerangka Berpikir	39
J. Hipotesis.....	40
K. Alur Penelitian.....	40
BAB III METODE PENELITIAN	42
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	42
B. Alat dan Bahan	42
C. Populasi dan Sampel Penelitian	42
D. Teknik Pengumpulan Data	43
E. Metode Penelitian	43
F. Teknik Analisis Data	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	45
A. Tinggi Tanaman (cm)	45
B. Jumlah Daun (Helai).....	47
C. Lebar daun.....	49
D. Hasil dan Pembahasan	51
1. Pengaruh konsentrasi pupuk	51
2. Pengujian Model Eksperimen	53
3. Analisis Contour Plot dan Surface Plot.....	68
BAB V PENUTUP.....	70
A. Kesimpulan.....	70
B. Saran.....	70

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Analisis varian pada regresi	22
Tabel 2.2 Uji Lack of Fit	25
Tabel 4.1 Pengamatan tinggi tanaman berdasarkan konsentrasi pupuk	46
Tabel 4.2 Pengamatan jumlah daun berdasarkan konsentrasi pupuk	48
Tabel 4.3 Pengamatan lebar daun berdasarkan konsentrasi pupuk	50
Tabel 4.4 Pengaruh konsentrasi pupuk terhadap pertumbuhan tinggi tanaman, jumlah daun dan lebar daun tanaman pakcoy pada masa panen	52
Tabel 4.5 Model Sumaary	53
Tabel 4.6 Coefficient	53
Tabel 4.7 Anova Konsentrasi Pupuk Untuk Pertumbuhan Tinggi Tanaman	55
Tabel 4.8 Model Summary	56
Tabel 4.9 Anova Konsentrasi Pupuk Untuk Pertumbuhan Tinggi Tanaman	57
Tabel 4.10 Model Summary	58
Tabel 4.11 Anova Konsentrasi Pupuk Untuk Pertumbuhan Jumlah Daun	60
Tabel 4.12 Model Summary	60
Tabel 4.13 Anova Konsentrasi Pupuk Untuk Pertumbuhan Jumlah Daun	61
Tabel 4.14 Model Summary	62
Tabel 4.15 Anova Konsentrasi Pupuk Untuk Pertumbuhan Lebar Daun	64
Tabel 4.16 Model Summary	64
Tabel 4.17 Anova Konsentrasi Pupuk Untuk Pertumbuhan Lebar Daun	65
Tabel 4.18 Model Summary	66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Flowchart Alur Penelitian	41
Gambar 4.1 Laju pertumbuhan tinggi tanaman pakcoy	47
Gambar 4.2 Rata – rata jumlah daun berdasarkan konsentrasi pupuk	49
Gambar 4.3. Rata – rata lebar daun berdasarkan konsentrasi pupuk.....	51
Gambar. 4.4. Normal Probability Plot	54
Gambar 4.5. Konsentrasi pupuk mempengaruhi tinggi tanaman	59
Gambar 4.6.Konsentrasi pupuk mempengaruhi jumlah daun	63
Gambar 4.7.Konsentrasi Pupuk mempengaruhi lebar daun	67
Gambar 4.8 Konsentrasi pupuk vs tinggi tanaman dan jumlah daun; (A) Contour plot, dan (B) Surface plot	68



BAB I PENDAHULUAN

A. Penegasan Judul

Adapun langkah untuk memahami skripsi ini ialah penulis dapat memperjelas setiap kata yang ada pada judul skripsi. Judul pada skripsi ini adalah “OPTIMASI DESAIN PRODUKSI TANAMAN HIDROPONIK MENGGUNAKAN *METODE RESPON SURFACE*”. Berikut adalah penjelasan dari kata-kata yang dimaksud pada judul skripsi ini:

Optimasi adalah suatu persoalan yang akan diselesaikan agar diperoleh hasil optimal sesuai batas yang dibagikan.

Secara universal, Produksi adalah pemanfaatan atau pemakaian sumber energi yang menggantikan suatu komoditas menjadi komoditas lain yang mempunyai perbedaan secara penafsiran, dimana komoditi pendistribusian komoditi, atau pada penafsiran yang bisa dilakukan oleh konsumen terhadap komoditi itu.

Hidroponik adalah kegiatan pertanian yang menggunakan air sebagai alternatif pengganti tanah. Oleh karena itu, hidroponik dapat diartikan sebagai penggunaan media tumbuh tanaman untuk pekerjaan atau pengelolaan air, tanpa penggunaan tanah sebagai media tanam, dan unsur hara mineral yang dibutuhkan dapat diperoleh dari larutan nutrisi yang terlarut didalam air.

Metode yang dapat digunakan untuk mengetahui adanya optimasi ialah menggunakan metode matematis dan statistik yaitu *response surface methodology*

(RSM). Permukaan respon ialah sekumpulan teknik matematis dan statistik untuk memodelkan serta menganalisis permasalahan pada respon. Dalam perihal ini, biasanya beberapa variabel mempengaruhi kualitas produk serta bertujuan membuat respon yang optimal. Metode permukaan merupakan kombinasi dari metode statistik dan metode optimasi menggunakan pemodelan dan desain optimasi.

Berdasarkan penjelasan diatas penulis tertuju pada optimasi desain produksi tanaman hidroponik menggunakan *metode respon surface* dibantu dengan aplikasi R dan minitab 17.

B. Latar Belakang

Indonesia adalah negara agraris. Pemerintah khususnya kementerian pertanian sudah berupaya mengembangkan dan meningkatkan produksi komoditas pertanian. Seperti halnya pengembangan komoditas sayuran sumber pendapatan petani sentra produksi¹.

Pendekatan dan analisis perhitungan yang tepat sangat dibutuhkan untuk mencari opsi budidaya usaha tani yang dapat mengoptimalkan produksi. Akan tetapi kenyataan dilapangan masih ada budidaya tanaman hidroponik yang belum mengerti penerapan ilmu matematika tersebut sebab masih kurang pemahaman tentang metode permukaan respon. Metode permukaan respon bisa diterapkan untuk tujuan tersebut, karena metode permukaan respon adalah metode yang bisa

¹i Ketut Suratha, "Krisis Petani Berdampak Pada Ketahanan Pangan Di Indonesia," *Media Komunikasi Geografi* 16 (2015): h.67–68.

dipakai guna mencari suatu fungsi pendekatan yang tepat dalam mengoptimalkan suatu respon. Metode ini berguna agar variabel respon dapat dioptimalkan².

Response Surface Method (RSM) ialah teknik optimasi yang sering digunakan dalam berbagai bidang, seperti dalam bidang pertanian khususnya penanganan pasca panen buah dan sayuran untuk memperpanjang masa simpan dan mempertahankan mutu buah dan sayuran segar. Salah satu kelebihan dari *metode respon surface* adalah dihasilkannya model matematik yang dapat digunakan untuk memperkirakan nilai respon pada berbagai kombinasi perlakuan yang diinginkan³.

Rancangan percobaan terdapat suatu metode yang disebut permukaan respon (*Response surface method*), metode ini menggunakan analisis varians guna menganalisis masalah optimalisasi mengenai variabel tak bebas dari suatu respon yang dipengaruhi oleh variabel bebas, dan tujuannya ialah mengoptimalkan suatu respon yang memakai data kuantitatif⁴.

Metode permukaan respon digunakan untuk menemukan fungsi aproksimasi yang sesuai, memprediksi respon di masa mendatang, serta menentukan nilai variabel independen yang

²Maria.A.Kleden Gerda Kamelia Pakem, Keristina Br.Ginting, "Penerapan Metode permukaan respon Dalam Optimalisasi Laba Usaha Pertanian Tanaman Kangkung Darat," *Jurnal Diferensial* 01 (2019): h.22.

³Budi Samadi, *Panen Untung Dari Budidaya Nanas Sistem Organik* (Yogyakarta: Lily publisher, 2014).

⁴I gusti Ayu Made Srinadi Ade Kusuma Dewi, I Wayan Sumarjaya, "Penerapan Metode Permukaan Respons Dalam Masalah Optimalisasi," *Jurnal Matematika* 2, no. 2 (2013): 32–36.

mengoptimalkan respon. Tujuan dari metode ini yaitu membantu memperoleh hasil optimum dengan efisien serta cepat. Metode ini memudahkan penentuan kondisi proses optimum baik pada jarak faktor ataupun sistem agar memperoleh hasil yang memuaskan⁵.

Metode permukaan respon serupa dengan analisis regresi karena menerapkan tata cara dalam memperkirakan indikator fungsi respon berdasarkan kuadrat terkecil. Sedangkan perbedaannya terletak pada analisis metode permukaan respon, respon diperluas dengan menggunakan teknik matematika untuk menentukan titik respon yang optimal, baik minimum maupun maksimum.

Pada metode permukaan respon, sering terjadi banyak masalah percobaannya yang tidak bisa ditemukan secara pasti dimana letak lokasi maksimumnya yang diharapkan. Oleh karena itu, perkiraan awal kondisi optimum sistem dapat jauh berbeda dengan kondisi optimum sebenarnya. Pemecahan masalah ini dapat dilakukan dengan menggunakan prosedur mencari luas respon maksimal dan memperoleh titik optimal sesuai dengan kondisi optimal yang sebenarnya⁶.

Kekurangan dari metode permukaan respon adalah mengetahui bahwa variabel independen yang digunakan harus mempunyai pengaruh signifikan (kurang dari 5 %) terhadap

⁵Joko Purwadi, Sugiyarto Sugiyarto, and Rosiana Aprilia, "Evaluasi Kinerja Daun Meniran Dan Daun Seledri Pada Darah, Hati Dan Ginjal Dengan Menggunakan Metode Response Surface," *Jurnal Sains Matematika Dan Statistika* 7, no. 1 (January 1, 2021): h.10-19.

⁶Jack P. C. Kleijnen, "Response Surface Methodology" Vol. 216, *Operations Research* (2014).

variabel respon sehingga persamaan regresi layak pengujian sesuai untuk uji model (*Lack of Fit*). Hal ini juga dapat dilakukan dengan menguji hipotesis rancangan percobaan ordo pertama, apabila terjadi *Lack of Fit* yakni model yang kurang cocok dan signifikan ANOVA kurang dari 5 %, sehingga respon dipengaruhi variabel bebas yang tidak signifikan dapat dihilangkan⁷.

Sayuran yang mudah dibudidayakan salah satunya yaitu tanaman sawi. Sayuran berdaun hijau ini merupakan jenis tanaman yang tahan akan air hujan, dan tanaman ini tidak tergantung oleh musim sehingga bisa dipanen sepanjang tahun. Sawi sudah siap dipanen setelah 30 - 40 hari ditanam, sehingga waktu panennya tergolong cukup singkat. Selain daripada itu kemudahan saat sistem budidaya sayur sawi dan peminatnya yang cukup banyak dapat dijadikan sebagai peluang usaha. Permintaan pasarnya pun cukup stabil, sehingga sangat kecil resiko kerugiannya.

Allah SWT dalam Al Qur'an surat Al-An'am ayat 95 menjelaskan bahwa atas karunia-Nya, Allah SWT telah menumbuhkan berbagai tumbuhan dan atas tumbuhan tersebut terdapat buah – buahan dan biji – bijian. Allah SWT yang Maha kuasa menumbuhkan sesuatu yang mati dari makhluk hidup. Ayat tersebut berbunyi sebagai berikut :

⁷Nurul Isnaini, “Model Permukaan Respon Pada Percobaan Faktorial,” *Repository Univerdita Jember*, 2012.

فَأَنبَأَ اللَّهُ ۖ ذُلُكُمُ الْحَيِّ مِنَ الْمَيِّتِ وَمُخْرَجُ الْمَيِّتِ مِنَ الْحَيِّ يُخْرِجُ وَالْتَوَى الْحَبِّ فَالِقُ اللَّهِ لَآ

تُؤْفَكُونَ

Artinya : *“Sesungguhnya Allah menumbuhkan butir (padi – padian) dan biji (kurma). Dia mengeluarkan yang hidup dari yang mati dan mengeluarkan yang mati dari yang hidup. Itulah (kekuasaan) Allah, maka mengapa kamu masih berpaling?”*. (Q.S Al-An’am : 95)

Dari ayat tersebut terdapat sedikit penjelasan bahwa atas kuasa-Nya menumbuhkan tanaman biji – bijian seperti padi, gandum, kacang – kacang, dan sebagainya, serta tanaman buah – buahan seperti kurma, anggur dan lainnya. Atas kuasa-Nya juga Allah mengeluarkan yang hidup dari yang mati. Tanaman memerlukan nutrisi untuk tumbuh dari benda mati yang sering kita sebut pupuk. Pemupukan ialah menambahkan sesuatu yang mati yaitu pupuk terhadap tanah yang juga benda mati sehingga menumbuhkan makhluk hidup yaitu tanaman. Atas kuasa-Nya juga Allah mengeluarkan yang mati dari yang hidup menjelaskan bahwa semua makhluk hidup pasti akan mati.

Penggunaan pupuk organik dapat memberikan rasa sawi yang lebih renyah dan dapat menjaga kesehatan tubuh. Pemanfaatan pupuk organik dalam membudidayakan tanaman sawi diharapkan mampu memperbaiki sifat, fisik, biologi dan kimiawi tanah. Budidaya tanaman sawi secara organik juga mempunyai nilai jual yang lebih tinggi daripada tanaman sawi yang dibudidayakan secara non organik. Adapun solusi dalam

mengatasi kelangkaan pupuk kimia yang ada di pasar yaitu melalui pemanfaatan pupuk organik⁸.

Berdasarkan jenisnya, pupuk organik dibedakan menjadi dua jenis, yaitu pupuk organik cair dan pupuk organik padat. Pupuk organik cair dihasilkan dengan proses pembusukan bahan-bahan yang organik yang asalnya dari limbah manusia dan hewan, sisa tanaman yang mengandung lebih dari satu unsur hara. Sedangkan pupuk organik padat terdiri dari bahan organik yang bersumber dari sisa tanaman, kotoran hewan serta kotoran manusia yang bentuknya padat⁹.

Adapun opsi untuk memecahkan permasalahan di atas ialah membudidayakan tanaman secara hidroponik. Salah satu sistem hidroponik yang saat ini terus dikembangkan ialah sistem *Deep Flow Technique* (DFT). DFT adalah sistem hidroponik yang cukup mudah dalam pembuatannya dan sangat menghemat penggunaan air dan listrik. Sistem DFT berfungsi untuk mengalirkan nutrisi yang terlarut dalam air menggunakan pompa dan *timer* secara terus menerus. Larutan nutrisi yang mengalir ke dalam pipa melewati akar - akar tumbuhan, kemudian kembali lagi ke penampungan air¹⁰.

Hidroponik merupakan teknik budidaya menggunakan air dan tidak disertai media tanah. Adapun keunggulan budidaya dengan hidroponik yaitu pemberian nutrisi menjadi lebih mudah sehingga dapat lebih efisien. Berhasilnya budidaya

⁸Samadi, *Panen Untung Dari Budidaya Nanas Sistem Organik*.

⁹Rachman Susanto, *Penerapan Pertanian Organik*, ed. Kanisius (Yogyakarta, 2002).

¹⁰Nurdin SQ, *Mempercepat Panen Sayuran*, ed. Untung Prasetyo (Jakarta: Agro Media Pustaka, 2017), h.11.

dengan sistem hidroponik selain menggunakan nutrisi, maka tanaman tidak dapat menerima unsur hara dari media pertumbuhannya. Oleh sebab itu, tanaman harus memperoleh unsur hara melalui cairan nutrisi yang dilakukan secara terus menerus. Cairan nutrisi yang dipakai harus disesuaikan pada kebutuhan tanaman yakni yang mempunyai kandungan unsur hara makro dan mikro¹¹.

Hidroponik dapat diterapkan sepanjang masa tanpa mengenal iklim. Sehingga nilai jual panennya tidak dikhawatirkan turun. Perawatan pun lebih mudah karena tempat budidayanya cukup bersih, media tanamnya bersih, tanaman terlindung dari curahan hujan, serangan hama dan penyakit relatif sedikit serta tanaman lebih sehat dan produksinya lebih tinggi¹².

Allah SWT berfirman dalam Al - Qur'an surat Al - An'am ayat 99 sebagai berikut :

وَهُوَ الَّذِي أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَأَخْرَجْنَا
مِنْهُ خَضِرًا مُخْرِجًا مِنْهُ حَبًّا مُتَرَاكِبًا وَمِنَ النَّخْلِ مِن طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ
وَجَنَّاتٍ مِّنْ أَعْنَابٍ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَبِهٍ انظُرُوا
إِلَى ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَيَنْعِهِ إِنَّ فِي ذَلِكُمْ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يُؤْمِنُونَ ٩٩

Artinya: “ Dan Dialah yang menurunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam

¹¹Hendra Setiawan, *Kiat Sukses Budidaya Cabai Hidroponik*, ed. Marvin Mahardika (Yogyakarta: Bio Genesis, 2017), h.3.

¹²Sapto Wibowo dan Arum Asriyanti S. Agroteknologi, “Aplikasi Hidroponik NFT Pada Budidaya Pakcoy (Brassica Rapa Chinensis) Application of NFT Hydroponic on Cultivation of Pakcoy (Brassica Rapa Chinensis) Sapto Wibowo Dan Arum Asriyanti S” 13, no. 3 (2013): 159–167.

tumbuh-tumbuhan, maka Kami keluarkan dari tumbuh – tumbuhan itu tanaman yang menghijau, Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak, dan dari mayang kurma mengurai tangkai – tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (Kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa”.

Surah Al - Anam Allah menganugerahkan air kepada umat manusia, dimana air merupakan anugerah yang tidak ada batas nilai dan kegunaannya. Karena air dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan manusia dalam kehidupan sehari-hari. Ayat tersebut merupakan petunjuk bagi orang – orang yang bersungguh-sungguh dalam menggunakan nikmat Allah untuk tujuan diciptakannya. Maka Allah menciptakan air untuk digunakan sebagai sesuatu yang berguna bagi manusia.

Berdasarkan pemikiran tersebut maka peneliti akan menerapkan metode permukaan respon, tujuannya untuk mengetahui taraf – taraf yang optimal dari level – level yang telah ditentukan dengan *metode respon surface* yang diregresi dengan pola faktorial menggunakan software R. Sehingga peneliti mengambil judul “Optimasi Desain Produksi Tanaman Hidroponik Menggunakan *Metode respon surface*”.

C. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang peneliti uraikan, maka peneliti dapat mengidentifikasi masalah sebagai berikut :

1. Minimnya penerapan ilmu matematika di kehidupan sehari-hari.
2. Ketergantungan petani akan pupuk kimia yang harganya cukup tinggi dan bisa merusak unsur hara tanah.

3. Tanaman yang dihasilkan kurang berkualitas dan lahan penanaman yang sempit.
4. Kurangnya pengetahuan petani hidroponik Lampung sehingga tidak menerapkan *metode respon surface* untuk memaksimalkan produksi.

D. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini ialah :

1. Penelitian ini hanya menggunakan *metode respon surface*.
2. Penelitian memakai optimasi dalam proses produksi hanya sebagai studi kasus.
3. Sistem hidroponik yang digunakan dalam penelitian ini ialah sistem DFT.
4. Parameter pengamatan seperti tinggi tanaman, jumlah daun dan lebar daun.

E. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah diungkapkan di latar belakang masalah, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah “Manakah model produksi tanaman yang optimal menggunakan *metode respon surface*? “

F. Tujuan

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini ialah “Untuk mengetahui model optimasi terhadap produksi tanaman menggunakan *metode respon surface*”.

G. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Bagi peneliti dapat menambah pengetahuan dan pengalaman mengenai optimasi dengan *metode respon surface* serta penerapannya dalam kehidupan nyata.
2. Penelitian ini sebagai bahan studi kasus bagi pembaca mengenai permasalahan optimasi dengan *metode respon surface* yang menghasilkan respon optimal.
3. Memberi informasi kepada masyarakat terutama petani tentang kandungan dan dosis efektif larutan nutrisi dari penggunaan pupuk organik cair nasa untuk mendukung pertumbuhan dan produksi tanaman sawi.
4. Digunakan sebagai informasi untuk kelompok hidroponik mengenai penggunaan pupuk organik cair nasa sebagai pengganti anorganik cair.

H. Ruang Lingkup Penelitian

1. Objek Penelitian

Objek penelitian ini menitik beratkan pada produksi tanaman.

2. Subjek Penelitian

Subjek dari penelitian ini adalah tumbuhan sawi.

3. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif.

4. Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di Hidroponik Lampung.

I. Kajian Penelitian Terdahulu Yang Relevan

Peneliti mengacu pada beberapa penelitian relevan yang telah dilakukan sebelumnya terkait dengan *metode respon surface*. Hasil penelitian tersebut adalah sebagai berikut :

1. Jurnal yang berjudul “ Penggunaan *Response Surface Methodology* pada Optimasi Proses Pengolahan Bawang Merah Iris *In Brine*” oleh Ratnaningsih tahun 2018, yang membahas mengenai optimasi proses pengolahan bawang merah iris dengan menggunakan tiga faktor yaitu konsentrasi garam, konsentrasi asam sitrat dan lama pemanasan¹³.
2. Jurnal yang berjudul “ Optimasi Respon Pada Percobaan Faktorial dengan Menggunakan Metode Permukaan Respon” oleh Falin Trisanti tahun 2019 membahas mengenai fungsi pendekatan yang menyatakan hubungan antara variabel bebas dengan variabel respon, memprediksi parameter fungsi pendekatan yang diperoleh dari metode kuadrat terkecil, kemudian melakukan analisis kecocokan permukaan¹⁴.
3. Jurnal yang berjudul “ Optimasi Produksi Asap Cair dari Kayu Medang (*Cinnamomun sp.*) menggunakan Metode Permukaan Respon” yang ditulis oleh H. A. Oramahi tahun 2020 membahas mengenai optimasi dengan metode permukaan respon diperoleh produksi asap cair optimal

¹³NFN Ratnaningsih et al., “Penggunaan Response Surface Methodology Pada Optimasi Proses Pengolahan Bawang Merah Iris In Brine,” *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian* 15, no. 1 (November 5, 2019): 12.

¹⁴Falin Trisanti Ayu, Izzati Rahmi HG, and Yudiantri Asdi, “Optimasi Respon Pada Percobaan Faktorial Dengan Menggunakan Metode Permukaan Respon,” *Jurnal Matematika UNAND* 4, no. 2 (July 26, 2019): 51.

pada ukuran partikel kayu, suhu pirolisis dan waktu pirolisis¹⁵.

J. Sistematika Penulisan

Skripsi ini mudah dipahami, maka penulis mengemukakan lima bab dimana setiap bab mencakup beberapa sub-bab. Berikut isi dari kelima bab tersebut:

1. BAB I : Memaparkan mengenai penegasan judul, latar belakang masalah, identifikasi masalah, batasan masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, kajian penelitian terdahulu yang relevan, dan sistematika pembahasan.
2. BAB II : Bab ini memaparkan tentang tinjauan Pustaka yaitu *metode respon surface*, regresi, optimasi, desain produksi, hidroponik, alur penelitian.
3. BAB III : Bab yang memaparkan pembahasan tentang metodologi penelitian yang dilakukan peneliti meliputi waktu penelitian, bahan dan alat, sampel dan populasi, metode penelitian, teknik pengumpulan data dan teknik analisis data.
4. BAB IV : Bab ini membahas tentang deskripsi data, proses analisis data mulai dari menentukan variabel,

¹⁵H. A. Oramahi, Farah Diba, and Rizka Diah Permana, "Optimasi Produksi Asap Cair Dari Kayu Medang (*Cinnamomum Sp.*) Menggunakan Metode Permukaan Respon," *EnviroScienteeae* 16, no. 1 (August 18, 2020): 37.

eksperimen ordo pertama, uji normalitas dan membahas hasil penelitian.

5. BAB V : Bab penutup (terakhir) dari isi skripsi yang berisi kesimpulan dan saran berdasarkan pembahasan bab sebelumnya.



BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan tentang “Optimasi Desain Produksi Tanaman Hidroponik Menggunakan Metode Respon Surface” didapatkan kesimpulan bahwa desain produksi tanaman pakcoy hidroponik yang optimum adalah pada konsentrasi pupuk 15 ml/liter untuk 20 tanaman pakcoy. Koefisien determinasi *R-squared* (R^2) menunjukkan besarnya nilai pengaruh faktor kualitas tanaman pakcoy. Dari penelitian yang telah dilakukan, diperoleh nilai (R^2) sebesar 37.59 % yang berarti konsentrasi pupuk berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy. Sedangkan 62.41 % merupakan pengaruh faktor lain. Perhitungan menggunakan *metode respon surface* dengan berbantuan software Minitab 17.

B. Saran

Dari kesimpulan yang telah dikemukakan diatas, maka penulis menjabarkan saran sebagai berikut :

1. Konsentrasi ditentukan sampai indikator pertumbuhan konstan.
2. Perlu dilakukan pengulangan tiap perlakuan minimal 2 kali.
3. Perlu ditambahkan variabel lain yang mungkin bisa menjelaskan variabel konsentrasi pupuk.
4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan pemberian konsentrasi lebih banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- Ade Kusuma Dewi, I Wayan Sumarjaya, I gusti Ayu Made Srinadi. “Penerapan Metode Permukaan Respon Dalam Masalah Optimalisasi.” *Jurnal Matematika* 2, no. 2 (2013): 32–36. <https://doi.org/1-10420-1-10-20130902>.
- Agroteknologi, Spto Wibowo dan Arum Asriyanti S. “Aplikasi Hidroponik NFT Pada Budidaya Pakcoy (Brassica Rapa Chinensis) Application of NFT Hydroponic on Cultivation of Pakcoy (Brassica Rapa Chinensis) Spto Wibowo Dan Arum Asriyanti S” 13, no. 3 (2013): 159–67.
- Anis Wahyuningsih, Sisca Fajriani. “Komposisi Nutrisi Dan Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Pakcoy.” *Produksi Tanaman* 4, 2016.
- Ayu, Falin Trisanti, Izzati Rahmi HG, and Yudiantri Asdi. “Optimasi Respon Pada Percobaan Faktorial Dengan Menggunakan Metode Permukaan Respon.” *Jurnal Matematika UNAND* 4, no. 2 (July 26, 2019): 51. <https://doi.org/10.25077/jmu.4.2.51-57.2015>.
- Elvia Fardiana. “Maksimalisikeuntungan Pada Toko Kue Martabak Don! Dengan Metode Simpleks.” *Universitas Gunadarma* 6 (2012): 11.
- Gerda Kamelia Pakem, Keristina Br.Ginting, Maria.A.Kleden. “Penerapan Metode Permukaan Respon Dalam Optimalisasi Laba Usaha Pertanian Tanaman Kangkung Darat.” *Jurnal Diferensial*01(2019): 22.<http://ejurnal.undana.ac.id/JD/article/view/1230>.
- Guyatt, Gordon, Maureen Meade, Andrew Oxman, Trisha Greenhalgh, and Jack Sinclair. *How To Use Minitab: Design of Experiments*, 2014.
- I Ketut Suratha. “Krisis Petani Berdampak Pada Ketahanan Pangan Di Indonesia.” *Media Komunikasi Geografi* 16 (2015): 67–68. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23887/mkg.v16i1.10172>.

- Isnaini, Nurul. "Model Permukaan Respon Pada Percobaan Faktorial." *Repository Univerditas Jember*, 2012. <http://repository.unej.ac.id/handle/123456789/85478>.
- Kleijnen, Jack P. C. "Response Surface Methodology" 216, no. Operations Research (2014). https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4939-1384-8_4.
- Kristi, Ardath. *Hidroponik Rumahan*. Edited by lily mayasari. I. Yogyakarta: andi, 2018.
- Maharjan, Sushila, Bijay Singh, Jin-Duck Bok, Jeong-In Kim, Tao Jiang, Chong-Su Cho, Sang-Kee Kang, and Yun-Jaie Choi. "Exploring Codon Optimization and Response Surface Methodology to Express Biologically Active Transmembrane RANKL in E. Coli." Edited by Y. Adam Yuan. *PLoS ONE* 9, no. 5 (May 8, 2014): e96259. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0096259>.
- Maria Agnes Octaviani, Dian Retno Sari Dewi, Luh Juni Asrini. "Optimasi Faktor Yang Berpengaruh Pada Kualitas Lilin Di UD.X Dengan Metode Response Surface." *Jurnal Ilmiah* 16 (2017). <https://doi.org/10.33508/wt.v16i1.966>.
- Minitab, LCC. "Information Technology Schedule Pricelist General Purpose Commercial Information Technology Equipment, Software and Services." Minitab LCC, 2020. www.minitab.com.
- Muhammad, Iqbal. *Simpel Hidroponik*. Edited by FI.Sigit Suyantoro. Yogyakarta: Lily publisher, 2016.
- Oramahi. *Teori Dan Aplikasi Response Surface Methodology (RSM)*. Pontianak, 2008. <http://oramahi.blogspot.com/2008/06/teori-dan-aplikasi-response-surface.html>.
- Oramahi, H. A., Farah Diba, and Rizka Diah Permana. "Optimasi Produksi Asap Cair Dari Kayu Medang (Cinnamomum Sp.) Menggunakan Metode Permukaan Respon." *EnviroScienteeae* 16, no. 1 (August 18, 2020): 37. <https://doi.org/10.20527/es.v16i1.8998>.

- Pradhan, Subhalaxmi, C.S. Madankar, Pravakar Mohanty, and S.N. Naik. "Optimization of Reactive Extraction of Castor Seed to Produce Biodiesel Using Response Surface Methodology." *Fuel* 97 (July 2012): 848–55. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2012.02.052>.
- Purwadi, Joko, Sugiyarto Sugiyarto, and Rosiana Aprilia. "Evaluasi Kinerja Daun Meniran Dan Daun Seledri Pada Darah, Hati Dan Ginjal Dengan Menggunakan Metode Response Surface." *Jurnal Sains Matematika Dan Statistika* 7, no. 1 (January 1, 2021): 10. <https://doi.org/10.24014/jsms.v7i1.12433>.
- Ratnaningsih, NFN, Desty Vidiyantika, Ermi Sukasih, and NFN Setyadjit. "Penggunaan Response Surface Methodology Pada Optimasi Proses Pengolahan Bawang Merah Iris In Brine." *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian* 15, no. 1 (November 5, 2019): 12. <https://doi.org/10.21082/jpasca.v15n1.2018.12-24>.
- Raymond H. Myers, Douglas C. Montgomery, Christine M. Anderson-Cook. *Response Surface Methodology: Process and Product Optimization Using Designed Experiments*. Third. Canada: A John Wiley & Sons, 2009. https://books.google.co.id/books?id=89oznEFHF_MC&printsec=frontcover&hl=id&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false.
- Roslani, Rini. *Budidaya Tanaman Sayuran Dengan Sistem Hidroponik*. Bandung: Balai Penelitian Tanaman Sayuran, 2005.
- Samadi, Budi. *Panen Untung Dari Budidaya Nanas Sistem Organik*. Yogyakarta: Lily publisher, 2014.
- Setiawan, Hendra. *Kiat Sukses Budidaya Cabai Hidroponik*. Edited by Marvin Mahardika. Yogyakarta: Bio Genesis, 2017. <https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=OF-eDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA59&dq=Hidroponik+merupakan+teknik+budidaya+yang+memanfaatkan+air+tanpa+men>

gunakan+media+tanah.+&ots=da4SZsXDbo&sig=2rdz3p6_qZlhS7CZJmuSRhyOYAk&redir_esc=y#v=onepage&q=Hidroponik merup.

SQ, Nurdin. *Mempercepat Panen Sayuran*. Edited by Untung Prasetyo. Jakarta: Agro Media Pustaka, 2017. [https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=yr5TDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=.+DFT+merupakan+sistem+hidroponik+yang+cukup+mudah+dalam+pembuatannya+dan+sangat+menghemat+penggunaan+air+dan+listrik&ots=TrWghwDG20&sig=OUwKlJaodlHZ-HLE5WUrNVVVNhQ&redir_esc=y#v=.](https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=yr5TDgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=.+DFT+merupakan+sistem+hidroponik+yang+cukup+mudah+dalam+pembuatannya+dan+sangat+menghemat+penggunaan+air+dan+listrik&ots=TrWghwDG20&sig=OUwKlJaodlHZ-HLE5WUrNVVVNhQ&redir_esc=y#v=)

Susanto, Rachman. *Penerapan Pertanian Organik*. Edited by Kanisius. Yogyakarta, 2002.

T.Viruthagiri, R.Muthuvelayudham and. “Application of Central Composite Design Based Response Surface Methodology in Parameter Optimization and on Cellulase Production Using Agricultural Waste.” *International Journal of Chemical and Biological Engineering*, 2010. https://www.idc-online.com/technical_references/pdfs/chemical_engineering/Application_of_Central.pdf.

The R Foundation. “R: What Is R,” 2021. <https://www.r-project.org/about.html>.

Zubedi, Faradiba F.); Mahludin H. Baruwad, Ria Indriani. “Optimalisasi Industri Rumah Tangga (Studi Pada Industri Kecil Menengah Kinamang Desa Helumo Kecamatan Suwawa).” *Agrinesia* 5 (2021). file:///C:/Users/Egle/Downloads/11949-25837-1-PB.pdf.