

**LAPORAN AKHIR**

**PENGENDALIAN MUTU SAYURAN HIDROPONIK DI PT  
SUMBER AGRO SEMESTA TANJUNGSARI  
KABUPATEN BOGOR**

**SALSABILA  
NIKEN AYU PERMATASARI**



**KERJASAMA ANTARA  
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN FATETA IPB  
DENGAN PT SUMBER AGRO SEMESTA TANJUNG SARI KABUPATEN BOGOR  
2022**

## ABSTRAK

PT SAS memiliki *greenhouse* dengan kapasitas sebesar 38.556 lubang tanam. Namun, terdapat beberapa permasalahan seperti pelaksanaan budi daya serta penanganan mutu sayuran hidroponik belum optimal sehingga terdapat beberapa jenis *defect* seperti daun menguning, daun berlubang, dan daun bercak putih yang ditemukan pada produksi sayuran hidroponik. Terdapat 5 jenis sayuran hidroponik yang diamati pada penelitian ini yaitu pakcoy, caisim, kailan, bayam hijau, dan kangkung. Sayuran hidroponik tersebut merupakan 5 jenis sayuran dengan produksi dan permintaan paling tinggi pada periode bulan Januari-Mei 2022. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui proses budi daya sayuran hidroponik, menganalisis faktor-faktor penyebab *defect* dan memberikan alternatif solusi untuk menurunkan *defect* pada sayuran hidroponik. Metode yang digunakan yaitu *Statistical Quality Control* (SQC) dengan 3 *tools* seperti diagram pareto, diagram sebab-akibat (*fishbone diagram*), dan grafik kendali (*control chart*). Tahapan budi daya sayuran yang diterapkan di PT SAS meliputi tahapan prapanen, panen, dan pascapanen. Rata-rata produksi sayuran per bulan pada periode bulan Januari-Mei 2022 yaitu sebesar 125,070 kg, terdapat *defect* sebesar 12,620 kg atau 10,09%. Berdasarkan analisis menggunakan diagram sebab akibat, terdapat 4 faktor penyebab *defect* tersebut yaitu berdasarkan faktor manusia, metode, lingkungan, dan mesin. Solusi yang diterapkan yaitu pembersihan saluran pipa hidroponik, pemberian pestisida nabati, dan peningkatan penerapan *personal hygiene*. Setelah dilakukan penerapan prototipe, *defect* sayuran hidroponik mengalami penurunan sebesar 2,41% dan peningkatan keuntungan penjualan sayur sebesar 59% setelah penerapan pestisida nabati.

*Kata kunci : Pengendalian mutu, sayuran, hidroponik, defect, dan SQC.*

## ABSTRACT

SAS Ltd. has a greenhouse with a capacity of 38,556 planting holes. However, there are several problems such as the implementation of cultivation and the handling of the quality of hydroponic vegetables have not been optimized so that there are several types of defects such as yellowing leaves, hollow leaves, and white spot leaves found in hydroponic vegetable production. There are 5 types of hydroponic vegetables observed in this project, namely pakcoy, caisim, kailan, green spinach, and kangkong. These hydroponic vegetables are the 5 types of vegetables with the highest production and demand in the January-May 2022 period. This study aims to determine the process of hydroponic vegetable cultivation, analyze the factors causing defects and provide alternative solutions to reduce defects in hydroponic vegetables. The method used is Statistical Quality Control (SQC) with 3 tools such as pareto diagrams, fishbone diagrams, and control charts. The stages of vegetable cultivation applied at SAS Ltd. include the pre-harvest, harvesting, and post-harvest stages. The average vegetable production per month in the January-May 2022 period was 125,070 kg, there was a defect of 12,620 kg or 10.09%. Based on the analysis using a fishbone diagram, there are 4 factors that cause the defect, namely based on human factors, methods, the environment, and machines. The solutions applied are cleaning hydroponic pipelines, applying vegetable pesticides, and increasing the application of personal hygiene. After the implementation of the prototype, hydroponic vegetable defects decreased by 2.41% and an increase in vegetable sales profits by 59% after the application of vegetable pesticides.

Keywords: *Quality control, hydroponics, vegetables, defects, and SQC.*

## DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	3
II METODOLOGI	4
2.1 Waktu dan Tempat	4
2.2 Metode	4
III HASIL DAN PEMBAHASAN	5
3.1 Budidaya Sayuran Hidroponik	5
3.2 Pengendalian Mutu Sayuran Hidroponik	14
3.3 Analisis Pengendalian Mutu	15
3.4 Alternatif Solusi	23
3.5 Penerapan Solusi	24
3.6 Validasi Prototipe	24
IV SIMPULAN DAN SARAN	29
4.1 Simpulan	29
4.2 Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN	33
RIWAYAT HIDUP	<b>Error! Bookmark not defined.</b>

## DAFTAR TABEL

1 Produksi Sayuran Hidroponik PT SAS periode bulan Januari—Mei 2022 .....	2
2 Jumlah <i>Defect</i> Sayuran Hidroponik PT SAS .....	15
3 Alternatif solusi.....	23
4 Perbandingan <i>defect</i> sebelum dan setelah penerapan prototipe .....	27

## DAFTAR GAMBAR

1 Kerangka pemikiran analisis mutu sayuran hidroponik.....	4
2 Sayur pakcoy <i>greenhouse</i> PT SAS .....	6
3 Sayur caisim <i>greenhouse</i> PT SAS.....	7
4 Sayur kailan <i>greenhouse</i> PT SAS .....	8
5 Sayur bayam hijau <i>greenhouse</i> PT SAS .....	8
6 Sayur kangkung <i>greenhouse</i> PT SAS .....	9
7 <i>Greenhouse</i> PT SAS .....	9
8 Tangki pengaduk nutrisi A-B Mix .....	10
9 Proses persemaian benih sayur .....	11
10 Kegiatan pindah tanam.....	12
11 tiga jenis <i>defect</i> sayuran hidroponik.....	16
12 Diagram pareto <i>defect</i> produksi sayur hidroponik .....	16
13 Diagram sebab akibat daun menguning .....	17
14 Diagram sebab akibat jenis <i>defect</i> daun berlubang.....	18
15 Diagram sebab akibat jenis <i>defect</i> daun bercak putih.....	19
16 Grafik kendali <i>defect</i> sayur pakcoy .....	20
17 Grafik kendali <i>defect</i> sayur caisim.....	21
18 Grafik kendali <i>defect</i> sayur kailan.....	21
19 Grafik kendali <i>defect</i> sayur bayam hijau.....	22
20 Grafik kendali <i>defect</i> sayur kangkung.....	22
21 Saluran pipa nutrisi sayur hidroponik .....	25
22 Penerapan peningkatan <i>personal hygiene</i> .....	27

## DAFTAR LAMPIRAN

1 Laporan produksi, <i>defect</i> , dan perhitungan grafik kendali pakcoy .....	33
2 Laporan produksi, <i>defect</i> , dan perhitungan grafik kendali bayam hijau .....	34
3 Laporan produksi, <i>defect</i> , dan perhitungan grafik kendali caisim .....	34
4 Laporan produksi, <i>defect</i> , dan perhitungan grafik kendali kailan .....	35
5 Laporan produksi, <i>defect</i> , dan perhitungan grafik kendali kangkung .....	35
6 <i>Monitoring checklist personal hygiene</i> .....	36
7 Persentase <i>Defect</i> sebelum dan setelah penerapan solusi .....	36
8 Perhitungan biaya produksi dan keuntungan penjualan .....	37

# I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Krisis lahan pertanian yang terjadi di Indonesia saat ini dapat terjadi di daerah pedesaan maupun perkotaan. Hal ini menyebabkan adanya kendala yang dialami oleh petani yaitu keterbatasan lahan pertanian termasuk pada pertanian pertumbuhan hortikultura. Menurut Setiawan (2016), para petani beralih fungsi ke lahan non pertanian karena keterbatasan lahan pertanian tersebut sehingga diperlukan alternatif solusi untuk meningkatkan produktivitas tumbuhan hortikultura. Sedangkan kebutuhan akan komoditas hortikultura terus meningkat seiring bertambahnya jumlah penduduk dan kesejahteraan masyarakat terutama untuk komoditas sayuran. Menurut Badan Statistik Pusat (2017), tingkat penghasilan dan pola makan penduduk memiliki keterkaitan terhadap konsumsi sayur di masyarakat. Permintaan terhadap sayur juga dipengaruhi oleh kualitas sayur yang dihasilkan. Salah satu sayur yang diminati dan dikembangkan di sektor pertanian saat ini adalah sayuran hidroponik.

Hidroponik adalah sistem penanaman tanaman tanpa menggunakan media tanam tanah dan menggunakan larutan nutrisi yang mengandung garam organik untuk menumbuhkan perakaran yang ideal. Cara penanaman tumbuhan pada sistem ini menggunakan larutan nutrisi (sebagian besar inorganik) dengan sistem irigasi air tanpa menggunakan tanah yang hasil panennya digunakan untuk dijual sehingga dapat diartikan bahwa sayuran hidroponik adalah sayuran yang ditanam dengan menggunakan larutan nutrisi dengan menggunakan sistem irigasi air. Sayuran hidroponik memiliki kelebihan pada segi kualitas yaitu sayur lebih segar, bersih, media tanam yang lebih steril, produksi tanaman lebih tinggi, pertumbuhan tumbuhan lebih cepat, serta serangan penyakit dan hamanya relatif kecil jika dibandingkan dengan sayuran konvensional. Hal ini dikarenakan tempat budi daya dengan sistem hidroponik tidak bersentuhan langsung dengan tanah. Selain itu, menurut Susilawati (2019), budi daya dengan sistem hidroponik memiliki kelebihan dimana tidak memerlukan lahan yang luas, media tanam yang dimanfaatkan adalah air, dan sumber nutrisi yang diperlukan selama pertumbuhan tanaman berasal dari larutan nutrisi sehingga lebih hemat dan ekonomis.

Budi daya berbagai jenis sayuran dengan sistem hidroponik memiliki potensi yang tinggi untuk menghasilkan sayuran dengan kualitas yang baik. PT Sumber Agro Semesta (SAS) merupakan perusahaan yang menerapkan sistem hidroponik sebagai salah satu jenis usahanya untuk menghasilkan berbagai jenis sayuran dengan kualitas yang baik. PT SAS memiliki *greenhouse* yang menghasilkan berbagai jenis sayuran seperti pakcoy, caisim, kailan, bayam hijau, dan kangkung. Berikut merupakan data produksi 5 jenis sayuran hidroponik di PT SAS selama 5 bulan.

Tabel 1 Produksi Sayuran Hidroponik PT SAS periode bulan Januari—Mei 2022

No.	Jenis Sayuran	Produksi (Gram)
1.	Pakcoy	197.150
2.	Bayam Hijau	102.450
3.	Caisim	136.400
4.	Kangkung	98.300
5.	Kailan	82.500
<b>Total</b>		<b>616.800</b>

Sumber: PT Sumber Agro Semesta (PT SAS)

Produksi sayuran hidroponik di PT SAS pada periode bulan Januari-Mei 2022 mencapai 616.800 gram atau 616,8 kilogram. Proses produksi dikatakan baik apabila proses tersebut menghasilkan produk yang memenuhi standar yang telah ditetapkan. Namun, proses produksi masih sering terjadi berbagai penyimpangan dan hambatan yang mengakibatkan produk dianggap *defect* atau cacat. Oleh karena itu, pengendalian mutu sangat perlu dilakukan agar perusahaan dapat mengoreksi terjadinya kesalahan atau penyimpangan dalam produksinya (Sirine dan Kurniawati 2017).

Mutu sayuran hidroponik dapat dinyatakan tidak sesuai standar apabila terdapat beberapa *defect* yang ditemukan seperti daun menguning, daun berlubang dan daun bercak putih sehingga tidak sesuai dengan standar mutu yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Oleh karena itu, diperlukan penelitian untuk menganalisis faktor-faktor penyebab yang memengaruhi mutu sayuran hidroponik.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, penulis merumuskan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana proses budi daya sayuran hidroponik di PT SAS?
2. Apa saja faktor-faktor penyebab *defect* sayuran hidroponik?
3. Apa saja upaya yang dapat dilakukan untuk menurunkan tingkat *defect* sayuran hidroponik?

## 1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin diperoleh dari hasil penelitian yang dilakukan antara lain:

1. Mengetahui proses budi daya sayur hidroponik.
2. Menganalisis faktor-faktor penyebab *defect* sayur hidroponik.
3. Merancang alternatif solusi dan menentukan rancangan yang tepat untuk menurunkan *defect* sayur hidroponik.

#### **1.4 Manfaat**

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi budi daya sayur dengan sistem hidroponik.
2. Memberikan informasi *tools* pengendalian mutu yang digunakan.
3. Memberikan informasi mengenai alternatif solusi terbaik untuk penanganan mutu sayur hidroponik.

#### **1.5 Ruang Lingkup**

Proyek ini difokuskan pada peningkatan efisiensi sistem produksi dan pengendalian mutu produk di PT Sumber Agro Semesta menggunakan data historis produksi dan *defect* dari bulan Januari sampai bulan Mei 2022 dengan 5 jenis sayuran yaitu pakcoy, caisim, kailan, bayam hijau, dan kangkung yang selanjutnya akan dilakukan analisis pengendalian mutu dan perancangan solusi terbaik untuk penanganan mutu yang tepat terhadap *defect* sayur hidroponik.

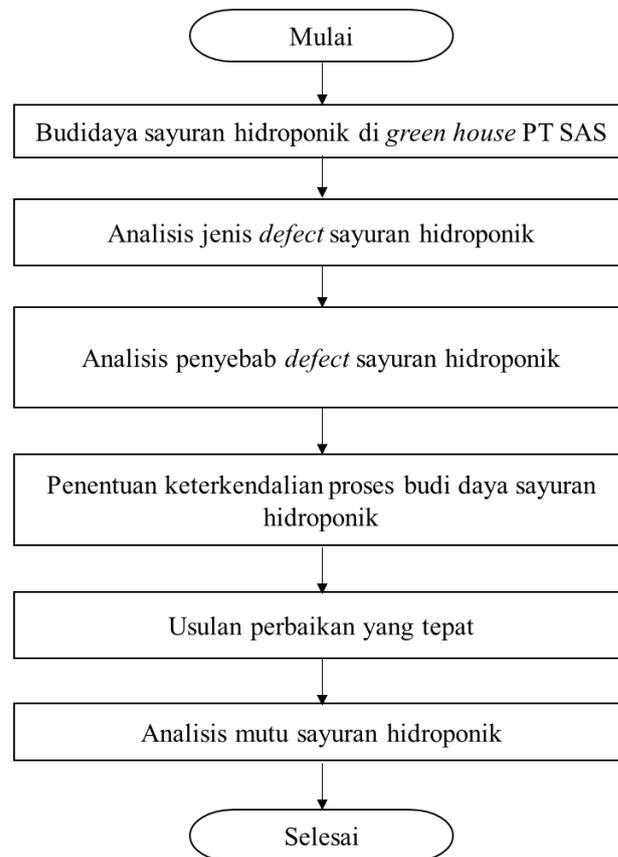
## II METODOLOGI

### 2.1 Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan mulai dari bulan Januari sampai bulan Agustus 2022 yang dilaksanakan di PT Sumber Agro Semesta (SAS), Tanjung Sari, Kabupaten Bogor.

### 2.2 Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian mengenai analisis pengendalian mutu sayuran hidroponik di PT SAS ini menggunakan alat bantu dari *seven tools* yaitu diagram pareto, diagram sebab-akibat, dan grafik kendali dengan kerangka pemikiran seperti berikut:



Gambar 1 Kerangka pemikiran analisis mutu sayuran hidroponik

### III HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Budi daya Sayuran Hidroponik

Berdasarkan pengamatan dan hasil eksplorasi, kegiatan budi daya sayuran yang dilakukan di PT Sumber Agro Semesta (SAS) menerapkan sistem hidroponik. Hidroponik merupakan budi daya menanam tanaman tanpa menggunakan media tanah sehingga dapat dijadikan sebagai salah satu solusi pertanian di tengah permasalahan penyempitan lahan. Budi daya hidroponik ini lebih memerhatikan pada penggunaan nutrisi yang terlarut dalam air. Terdapat beberapa teknik dalam menerapkan budi daya sayuran secara hidroponik. Menurut Ferdian (2008), terdapat 8 jenis teknik hidroponik modern, yaitu *Nutrient Film Technique* (NFT), *Static Aerated Technique* (SAT), *Ebb and Flow Technique* (EFT), *Deep Flow Technique* (DFT), *Aerated Flow Technique* (AFT), *Drip Irrigation Technique* (DIT), *Root Mist Technique* (RMT), dan *Fog Feed Technique* (FFT). Teknik hidroponik yang digunakan di PT SAS ini adalah *Nutrient Film Technique* (NFT) karena teknik tersebut memiliki efisiensi dan efektivitas yang tinggi. *Nutrient Film Technique* (NFT) merupakan teknik atau metode budi daya hidroponik yang memiliki prinsip untuk meletakkan akar tanaman pada air yang dangkal dengan tujuan agar air tersebut dapat tersirkulasi dan kandungan nutrisi yang diberikan kepada tanaman sudah sesuai. Selain itu, penanaman hidroponik dengan teknik NFT memiliki kelebihan seperti menghemat penggunaan lahan, sirkulasi air yang lebih efisien, dan waktu tumbuh tanaman yang lebih singkat (Singgih *et al.* 2019).

Kondisi tanah di *greenhouse* PT SAS berwarna merah kekuningan dan memiliki tekstur yang kering. Tanah jenis ini termasuk ke dalam golongan podsolik merah kuning yang memiliki beberapa kendala jika digunakan sebagai lahan budi daya tanaman karena memiliki beberapa karakteristik. Karakteristik tanah podsolik merah kuning ini yaitu memiliki pH yang rendah (tingkat asam yang tinggi), kejenuhan Al tinggi dan unsur Fe serta Mn aktif juga tinggi, kadar bahan organik rendah, dan daya simpan air terbatas yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu, perusahaan menerapkan budi daya sayuran hidroponik dengan teknik NFT yang memanfaatkan larutan A-B Mix sebagai sumber nutrisi. Berbagai jenis sayuran yang ditanam di *greenhouse* PT SAS ini meliputi pakcoy, caisim, kailan, bayam hijau, dan kangkung. Jenis sayur-sayuran tersebut merupakan 5 jenis sayuran dengan jumlah produksi dan permintaan tertinggi di PT SAS serta dapat ditanam dalam kondisi dataran tinggi maupun dataran rendah. Berikut penjelasan terkait 5 jenis sayur yang ditanam di *greenhouse* dengan teknik hidroponik NFT.

a. Pakcoy

Pakcoy (*Brassica rapa* L.) adalah jenis sayur-sayuran yang termasuk dalam golongan tanaman sawi atau yang dikenal juga dengan sawi sendok. Sayuran daun ini memiliki nilai ekonomis yang tinggi dan dapat tumbuh di dataran tinggi maupun dataran rendah (Sarido dan Junia 2017). Sayur pakcoy memiliki produktivitas yang masih tergolong rendah. Beberapa faktor yang menyebabkan hal tersebut adalah teknik budidaya, faktor iklim, dan tingkat kesuburan tanah yang rendah. Namun, budi daya pakcoy di PT SAS menggunakan teknik hidroponik NFT sehingga sayur pakcoy merupakan salah satu jenis sayur dengan produktivitas dan permintaan tertinggi. Budi daya pakcoy di PT SAS memiliki total umur panen selama 25 hari yang meliputi persemaian di ruang gelap selama 2 hari, persemaian di *greenhouse* selama 6 hari, dan waktu tanam setelah pindah tanam selama 17 hari. Pakcoy memiliki karakteristik yaitu memiliki daun yang halus, tidak berbulu, tidak membentuk krop, tangkai daunnya kokoh dan lebar, serta daun yang mirip dengan sawi hijau karena masih tergolong dalam golongan sawi-sawian. Namun, terdapat perbedaan pada daun sawi pakcoy yang lebih tebal jika dibandingkan dengan daun sawi hijau. Komoditi sayur pakcoy banyak digemari oleh masyarakat karena memiliki banyak kandungan gizi dan manfaat bagi kesehatan. Menurut Mardilla dan Pratiwi (2021), komoditas pertanian dan perkebunan seperti pakcoy masih kurang padahal minat terhadap sayur pakcoy tergolong sangat tinggi. Salah satu penyebabnya adalah keterbatasan lahan menjadi kendala dalam penanaman sayur pakcoy sehingga sistem hidroponik dapat menjadi solusi terhadap permasalahan tersebut. Berikut sayur pakcoy yang ditanam di *greenhouse* PT SAS.



Gambar 2 Sayur pakcoy *greenhouse* PT SAS  
(Sumber: PT Sumber Agro Semesta)

b. Caisim

Caisim (*Brassica juncea* L.) atau yang dikenal juga dengan sawi hijau merupakan tanaman sayuran yang termasuk dalam keluarga *Brassicaceae*. Caisim dapat beradaptasi dengan baik pada iklim tropis meskipun tergolong ke dalam sayuran dengan iklim sub-tropis. Sayuran jenis ini juga dapat tumbuh pada dataran rendah maupun dataran tinggi karena dapat tumbuh baik pada suhu panas atau suhu dingin. Selain itu, umur panen caisim juga tergolong pendek yaitu sekitar 25 hari

yang terdiri dari tahap persemaian di ruang gelap selama 2 hari, persemaian di *greenhouse* selama 6 hari, dan waktu tanam setelah pindah tanam selama 17 hari sehingga pertumbuhan caisim cukup muda. Permintaan masyarakat terhadap caisim juga semakin meningkat karena sayur ini memiliki banyak manfaat dan mudah untuk ditanam serta memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Caisim mengandung protein, lemak, karbohidrat, kalsium, fosfor, vitamin A, vitamin B, dan vitamin C. Umur panen dan pasar yang luas menjadi daya tarik terhadap penanaman sayur caisim ini (Marginingsih *et al.* 2018). Berikut sayur caisim yang ditanam di *greenhouse* PT SAS.



Gambar 3 Sayur caisim *greenhouse* PT SAS  
(Sumber: PT Sumber Agro Semesta)

#### c. Kailan

Kailan (*Brassica oleracea* var. *Alboglabra*) merupakan salah satu jenis sayuran famili sawi-sawian (*Brassicaceae*). Tanaman ini termasuk ke dalam sayuran yang digemari oleh masyarakat karena memiliki manfaat seperti kandungan gizinya yang tinggi. Kailan mengandung protein, lemak, karbohidrat, serat, kalsium, fosfor, zat besi, vitamin A, vitamin B1, vitamin B3, dan vitamin C. Karakteristik dari kailan yaitu memiliki daun dan batang yang tebal, datar dan berwarna hijau tua serta beruas-ruas. Nilai ekonomi yang tinggi juga menjadi penyebab kailan banyak dibudidayakan. Menurut Badan Pusat Statistik (2019), kailan memiliki produktivitas yang semakin meningkat atau mengalami fluktuasi dari tahun 2015–2019. Pada tahun 2016 merupakan puncak produksi yaitu 1.513.326 juta ton, pada tahun 2019 menurun menjadi 141.306 juta ton yang berdampak bahwa produksi tersebut belum dapat mencukupi kebutuhan pasar lokal. Namun, penyediaan terhadap sayur yang berkualitas termasuk kailan di Indonesia belum dapat terpenuhi. Budi daya dengan sistem hidroponik menjadi solusi dari permasalahan tersebut sehingga diharapkan dapat menghasilkan kailan dengan kualitas yang bagus dan memenuhi permintaan pasar (Ali *et al.* 2021). Budi daya kailan di PT SAS memiliki umur panen yang cukup singkat yaitu meliputi persemaian di ruang gelap selama 2 hari, persemaian di *greenhouse* selama 6 hari, dan waktu tanam setelah pindah tanam selama 17 hari dengan total waktu yaitu selama 25 hari. Berikut sayur jenis kailan yang ditanam di *greenhouse* PT SAS.



Gambar 4 Sayur kailan *greenhouse* PT SAS  
(Sumber: PT Sumber Agro Semesta)

d. Bayam Hijau

Bayam hijau (*Amaranthus viridis* L.) merupakan komoditi sayuran daun yang dimanfaatkan sebagai sumber protein nabati di negara berkembang dan digemari oleh masyarakat. Karakteristik dari bayam hijau yaitu memiliki biji berwarna hitam, sistem perakarannya tunggang dan cabang perakarannya menyebar, sedikit bercabang, daun dan batangnya berwarna hijau muda serta memiliki kandungan air yang tinggi (*herbaceous*). Jenis sayur seperti bayam hijau ini banyak membutuhkan air, cocok ditanam di musim penghujan maupun musim kemarau. Selain itu, bayam hijau juga dapat tumbuh di dataran rendah maupun dataran tinggi dan dapat tumbuh sepanjang tahun. Bayam hijau cocok ditanam dengan sistem hidroponik karena dapat tumbuh ideal pada kisaran pH (derajat keasaman) 6-7 dan suhu optimum pada 20°C-32°C. Jika konsentrasi nutrisi, pH atau suhu pada media tanam bayam hijau tidak sesuai, maka pertumbuhannya akan terganggu. Bayam hijau cocok di tanam dengan media tanam selain tanah yang salah satunya adalah hidroponik sehingga konsentrasi nutrisi, pH atau suhunya dapat dikontrol (Hadi *et al.* 2017). Budi daya bayam hijau di PT SAS memiliki total umur panen selama 15 hari yang meliputi persemaian di ruang gelap selama 2 hari, persemaian di *greenhouse* selama 3 hari, dan waktu tanam setelah pindah tanam selama 10 hari. Berikut sayur jenis bayam hijau yang ditanam di *greenhouse* PT SAS.



Gambar 5 Sayur bayam hijau *greenhouse* PT SAS  
(Sumber: PT Sumber Agro Semesta)

#### e. Kangkung

Kangkung (*Ipomoea reptans* Poir) merupakan tanaman yang memiliki umur panen caisim yang tergolong pendek yaitu sekitar 15 hari yang terdiri dari tahap persemaian di ruang gelap selama 2 hari, persemaian di *greenhouse* selama 3 hari, dan waktu tanam setelah pindah tanam selama 10 hari sehingga pertumbuhan caisim cukup muda. Pertumbuhan kangkung tergolong cepat dan dapat tumbuh di dataran rendah maupun dataran tinggi terutama di kawasan yang berair. Oleh karena itu, kangkung cocok untuk ditanam menggunakan sistem hidroponik (Qalyubi *et al.* 2014). Kangkung juga banyak digemari oleh masyarakat atau memiliki nilai ekonomi yang tinggi karena memiliki kandungan zat gizi yang tinggi. Hal ini dapat meningkatkan permintaan pasar terhadap sayur kangkung dengan kualitas yang tinggi. Kualitas yang baik pada sayur kangkung dapat diperoleh dengan menerapkan sistem hidroponik. Kelebihan kangkung yang ditanam dengan sistem hidroponik di antaranya adalah lebih bersih jika dibandingkan dengan penanaman menggunakan media tanah (konvensional) (Hidayati *et al.* 2017). Berikut sayur jenis kangkung yang ditanam di *greenhouse* PT SAS.



Gambar 6 Sayur kangkung *greenhouse* PT SAS  
(Sumber: PT Sumber Agro Semesta)

Berbagai jenis sayur-sayuran tersebut diproduksi di *greenhouse* PT SAS yang memiliki luas sebesar 24 x 28 m dengan kapasitas lubang tanam sebesar 38.556 dan jarak antar lubang tanam sekitar 5-11 cm serta jarak antar pipa paralon dengan ukuran 7-8 cm. *Greenhouse* PT SAS dapat dilihat pada gambar 7 berikut ini.



Gambar 7 *Greenhouse* PT SAS  
(Sumber: PT Sumber Agro Semesta)

*Greenhouse* PT SAS memiliki 15 meja pipa paralon sebagai penyalur larutan nutrisi sayuran hidroponik dengan dua pintu yang terletak di bagian depan dan belakang *greenhouse*. Tujuan dari pintu depan adalah mempermudah pergerakan pekerja dalam melakukan pengecekan nutrisi dan sayuran hidroponik, sedangkan pintu belakang berdekatan dengan ruangan persemaian sehingga memudahkan jalur menuju *greenhouse*. Larutan nutrisi yang digunakan adalah nutrisi A-B Mix. Nutrisi A-B Mix atau pupuk merupakan larutan yang terbuat dari bahan-bahan kimia yang telah diatur komposisinya sesuai dengan fungsinya sebagai nutrisi tanaman agar tanaman dapat tumbuh dengan baik (Pohan dan Oktoyournal 2019). Larutan nutrisi tersebut disimpan dalam toren dengan kapasitas 2000 Liter dan terletak di ruangan khusus yang berada di samping *greenhouse*. Sebelum dilakukan pengadukan nutrisi, larutan nutrisi A dan nutrisi B disimpan dalam tabung yang berbeda. Konsentrasi nutrisi A-B Mix yang digunakan di PT SAS yaitu berkisar antara 1000-1200 ppm. Namun, konsentrasi nutrisi terkadang tidak sesuai dengan standar nutrisi yang sudah ditetapkan oleh perusahaan berdasarkan observasi secara langsung di *greenhouse* PT SAS. Selain itu, terdapat juga tabung penyaring air yang berisi jerami. Penggunaan jerami sebagai penyaring air bertujuan agar air yang digunakan dalam pembuatan larutan nutrisi lebih bersih. Pengadukan dan penambahan larutan nutrisi dilakukan setiap pagi oleh pekerja hidroponik. Berikut merupakan toren larutan nutrisi A-B Mix PT SAS.



Gambar 8 Tangki pengaduk nutrisi A-B Mix  
(Sumber: PT Sumber Agro Semesta)

Kegiatan budi daya hidroponik di PT SAS terdiri dari beberapa tahapan mulai dari kegiatan pra-panen, panen dan pascapanen. Berikut penjelasan mengenai ketiga tahapan tersebut.

### 3.1.1 Prapanen

Tahapan prapanen pada budi daya sayuran hidroponik meliputi persemaian, penanaman, dan pemeliharaan. Persemaian bibit dengan teknik hidroponik berbeda dengan persemaian bibit dengan teknik konvensional. Hal ini dapat dilihat pada penggunaan media tanam yang tidak menggunakan tanah (Fauzi *et al.* 2021).

Media pengganti yang digunakan dalam budidaya hidroponik di antaranya adalah *rockwool*, sekam padi, kapas, dan lainnya. Pemilihan media tanam pada budi daya hidroponik juga sangat penting. Menurut Putra dan Yuliando (2015), jenis media tanam memiliki pengaruh terhadap tingkat produksi (*yield*) tanaman, kandungan biomassa kering (*dry matter*), dan kualitas tanaman yang dihasilkan mulai dari segi tekstur, warna dan rasa. Media tanam juga memiliki fungsi utama yaitu sebagai perantara larutan nutrisi dan penyokong bagi tanaman (Ainina dan Aini 2018).

Salah satu media tanam selain tanah yang digunakan di PT SAS adalah *rockwool*. *Rockwool* merupakan media tanam hidroponik yang paling umum digunakan dan terbuat dari beberapa gabungan bahan seperti batu bara, batu kapur serta batu basalt melalui proses yang menggunakan suhu tinggi agar *rockwool* yang dihasilkan steril dari mikroorganisme patogen, hama, maupun benih gulma. Media tanam *rockwool* yang terbentuk menjadi serat-serat sangat mudah dalam menyerap dan melepas air sehingga struktur *rockwool* sangat optimum untuk memberikan rasio air dan udara yang optimum bagi pertumbuhan tanaman (Bussell dan McKennie 2004). Penggunaan *rockwool* sebagai media tanam ini memiliki kelebihan yaitu tanaman dapat menyerap lebih dari 98% air dan unsur-unsur hara, bentuk yang praktis, resiko terhadap serangan hama dan penyakit relatif rendah. Berikut adalah kegiatan persemaian benih di PT SAS.



Gambar 9 Proses persemaian benih sayur  
(Sumber: PT Sumber Agro Semesta)

Persemaian benih berbagai jenis sayur di PT SAS dilakukan oleh 1-2 pekerja hidroponik dan dilakukan di ruang semai dengan kondisi gelap dan terhindar dari sinar matahari selama 2x24 jam. Benih sayuran yang disemai menggunakan media tanam *rockwool* dengan ukuran 3x3 cm dan dibiarkan tumbuh dalam waktu sekitar minggu. Posisi benih harus berada di tengah dan masuk ke media tanam (*rockwool*). Jika benih sudah bertumbuh menjadi bibit, maka pekerja akan memperhatikan bibit yang sudah cukup umur (5–8 hari) dan tumbuh dengan baik sehingga dilakukan tahapan selanjutnya yaitu pindah tanam ke hidroponik NFT di *greenhouse*. Kegiatan pindah tanam dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 10 Kegiatan pindah tanam  
(Sumber: PT Sumber Agro Semesta)

Selanjutnya adalah penanaman bibit atau pindah tanam. Penanaman dilakukan setelah dilakukan seleksi bibit hasil penyemaian benih. Bibit yang dipindahtanamkan harus memenuhi kriteria yang telah ditetapkan oleh PT SAS. Bibit yang tumbuh dengan baik adalah bibit yang memiliki 2–3 lembar, warna daun segar, bentuk batang lurus, dan tidak terserang hama atau penyakit yang selanjutnya akan dipindahtanamkan ke hidroponik NFT *greenhouse* dan peletakkannya sesuai dengan masing-masing jenis sayur yang akan diproduksi. Kemudian larutan nutrisi akan disirkulasikan secara terus-menerus menggunakan pompa sehingga tanaman memperoleh nutrisi yang cukup. Selain itu, bibit yang sudah dipindah tanam akan dilakukan pemeliharaan selama pertumbuhannya di *greenhouse*.

Pemeliharaan yang dilakukan di PT SAS terdiri dari pengecekan konsentrasi larutan nutrisi A-B Mix yang diberikan, pengendalian hama dan penyakit, serta pembersihan di sekitar *greenhouse*. Konsentrasi nutrisi A-B Mix diukur menggunakan TDS (*Total Dissolved Solids*) meter dengan satuan PPM (*Parts Per Millions*). Hasil pengukuran nutrisi bertujuan untuk mengetahui dan memastikan bahwa nutrisi yang diberikan sudah sesuai dengan kebutuhan tanaman. Menurut Heliadi *et al.* (2018), keberhasilan produksi tanaman yang dibudidayakan dengan teknik hidroponik sangat dipengaruhi oleh kualitas larutan nutrisi, sedangkan larutan nutrisi dipengaruhi oleh konsentrasinya. Oleh karena itu, kontrol dan pengecekan larutan nutrisi sangat penting untuk dilakukan. Jika pengecekan konsentrasi tidak dilakukan secara rutin, maka akan berpotensi terhadap ketidaksesuaian nutrisi yang diberikan sehingga akan menyebabkan *defect* pada sayuran dan menghambat proses pertumbuhan sayuran hidroponik. Selanjutnya, pengendalian hama dan penyakit perlu dilakukan dengan mengamati sayuran hidroponik secara rutin. Kegiatan pengendalian hama dan penyakit yang dilakukan di PT SAS yaitu dengan cara menyemprotkan pestisida nabati.

### 3.1.2 Panen

Pemanenan dilakukan setelah tanaman memasuki umur panen atau telah memiliki kriteria panen. Umur panen dan kriteria masing-masing komoditas berbeda-beda. Pada komoditas kangkung dan bayam hijau, panen dilakukan setelah umur sayuran berusia 15 hari. Sedangkan untuk sayur jenis sawi-sawian seperti pakcoy, caisim, dan kailan dapat dipanen pada umur 25 hari sejak proses pembibitan. Proses panen di *greenhouse* PT SAS dilakukan pada waktu pagi hari selama 2 kali dalam seminggu dengan jumlah tenaga kerja untuk proses panen sekitar 2-3 pekerja. Waktu panen dilakukan pada pagi hari ketika matahari baru saja terbit karena hari sudah cukup terang tetapi suhu lingkungan masih cukup rendah sehingga dapat mengurangi kerusakan akibat respirasi pada sayuran dan juga meningkatkan efisiensi pemanenan serta dapat menjaga kesegaran dan kadar air sayuran hidroponik (Saidi *et al.* 2021). Selain itu, panen dilakukan 2 kali dalam seminggu yaitu pada hari Selasa dan Jumat yang menyesuaikan dengan jadwal pengiriman atau distribusi sayuran hidroponik.

### 3.1.3 Pascapanen

Penanganan pascapanen sangat penting untuk dilakukan karena menjadi faktor penentu kualitas akhir produk sayur hidroponik yang dihasilkan di PT SAS. Produk pascapanen hortikultura berupa sayuran daun sangat mudah mengalami penurunan kualitas yang dicirikan oleh terjadinya proses pelayuan yang cepat (Yernisa *et al.* 2019). Kesegaran merupakan salah satu indikasi mutu yang baik untuk sayuran daun. Kesegaran sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan dan cara penanganan setelah dipanen (Fatima 2013). Pascapanen merupakan kegiatan perlakuan dan pengolahan langsung produk pertanian tanpa mengubah struktur asli produk tersebut. Tahap penanganan pascapanen sayuran hidroponik di PT SAS meliputi:

#### a. Pembersihan

Pembersihan dilakukan untuk menghilangkan kotoran fisik, kimiawi, dan biologis yang melekat pada sayuran untuk memperbaiki penampilan sayuran dan menghilangkan bagian busuk atau rusak (*trimming*). Pembersihan hasil panen dapat dilakukan dengan pencucian. Pencucian dilakukan untuk menghilangkan kotoran yang menempel pada sayuran hidroponik setelah dipanen. Pencucian ada dua macam yaitu pencucian basah dan pencucian kering. Pencucian basah dilakukan dengan perendaman, penghilangan kotoran, dan pestisida dengan air. Pencucian kering dilakukan dengan cara membersihkan permukaan kulit komoditas dari kotoran tetapi tidak dapat membersihkan residu bahan kimia dan kotoran yang tersembunyi. Pencucian yang dilakukan di PT SAS adalah pencucian basah yaitu dengan mencuci sayuran yang telah dipanen di wastafel dengan air mengalir yang terdapat di ruang penyimpanan.

b. Penyortiran (*sorting*)

Penyortiran (*sorting*) yang dilakukan di PT SAS bertujuan untuk memisahkan sayuran yang memiliki mutu rendah atau *defect* (daun menguning, daun berlubang, daun berlubang) hingga sayuran yang busuk. Penyortiran dilakukan di tempat terbuka yaitu di belakang ruang penyimpanan. Sayuran atau daun yang memiliki *defect* dipisahkan dan dimasukkan ke dalam karung. Selanjutnya, sayuran yang memiliki mutu yang baik (daun berwarna hijau segar, tidak menguning, bebas dari kerusakan seperti layu, busuk, berlubang, batang tidak patah/bonyok, dan tidak berlendir) dimasukkan ke dalam keranjang.

c. Pengemasan

Pengemasan yang baik dapat mencegah kehilangan hasil, memelihara mutu, mengurangi kerusakan mekanis, meningkatkan estetika, serta dapat mengawetkan bahan. Pengemasan yang dilakukan di PT SAS terdiri dari 2 jenis kemasan, yaitu kemasan *pack* dan kemasan curah. Sayuran hidroponik dengan pengemasan *pack* akan ditimbang terlebih dahulu dengan ukuran 250 gram untuk semua jenis sayuran. Sedangkan, sayuran dengan pengemasan curah dikemas dalam kantong plastik dengan ukuran 1 kilogram.

### 3.2 Pengendalian Mutu Sayur Hidroponik

PT SAS memiliki kapasitas produksi yang besar sehingga perusahaan harus mengimbangi dengan mutu produk yang bagus. Oleh karena itu, diperlukan pengendalian mutu pada produk yang dihasilkan yaitu sayur hidroponik yang diproduksi. Pengendalian mutu atau kualitas merupakan salah satu kegiatan yang sangat erat kaitannya dalam proses produksi, dimana pada pengendalian mutu dilakukan serangkaian kegiatan berupa pemeriksaan atau pengujian terhadap karakteristik mutu yang dimiliki oleh produk. Pengendalian mutu statistik merupakan teknik penyelesaian masalah yang digunakan untuk memonitor, mengendalikan, menganalisis, mengelola, dan memperbaiki produk dan proses menggunakan metode-metode statistik (Santoso 2018). Namun, kegiatan pengendalian mutu yang dilakukan di PT SAS masih sangat terbatas yaitu hanya terdiri dari kegiatan pengawasan sayuran secara visual oleh pekerja hidroponik. Hal ini menyebabkan beberapa permasalahan seperti kurang telitinya pengawasan terhadap proses budi daya sayuran hidroponik di PT SAS. Oleh karena itu, dibutuhkan analisis pengendalian mutu untuk mengetahui keterkendalian proses budi daya sayuran hidroponik di PT SAS.

### 3.3 Analisis Pengendalian Mutu

Analisis pengendalian mutu sayur hidroponik yang dilakukan oleh PT SAS mengacu pada jenis *defect* yang ditemukan pada sayur hidroponik yaitu daun menguning, daun berlubang, dan daun bercak putih. Analisis permasalahan yang terdapat pada mutu sayuran hidroponik PT SAS dapat menggunakan tiga alat bantu seperti diagram pareto, diagram sebab akibat, dan grafik kendali (*p-chart*). Diagram pareto bertujuan untuk mengetahui *defect* sayuran hidroponik yang paling dominan. Diagram sebab akibat berguna untuk menganalisis faktor-faktor penyebab *defect* yang terdapat pada proses budidaya sayuran hidroponik. Selanjutnya, grafik kendali berguna untuk menganalisis proses budidaya sayuran hidroponik masih dalam batas kendali atau berada di luar kendali.

#### 3.3.1 Diagram Pareto

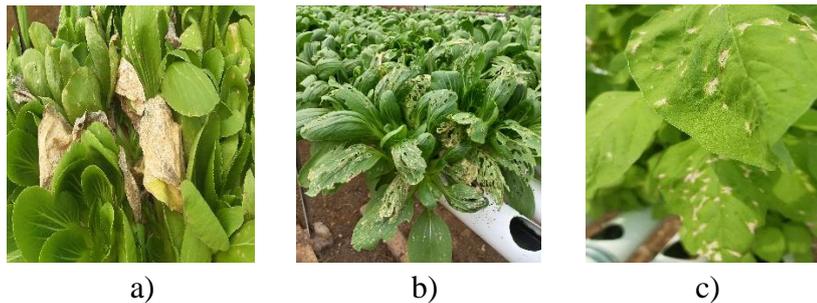
Diagram pareto merupakan salah satu alat bantu *statistical quality control* (SQC) yang digunakan untuk mengetahui jenis *defect* tertinggi dari beberapa *defect* yang ditemukan. Berdasarkan pengumpulan data dan pengamatan secara langsung diperoleh data jenis *defect* sayuran hidroponik dalam periode bulan Januari-Mei 2022. Pengamatan *defect* sayuran hidroponik ini dilakukan terhadap 5 jenis sayur dengan tingkat produksi paling banyak yaitu pakcoy, caisim, kailan, bayam hijau dan kailan. Berdasarkan hasil analisis jenis *defect* yang paling sering terjadi maka diperoleh persentase dari jenis *defect* dan persentase kumulatifnya. Jenis-jenis *defect* yang sering terjadi pada proses budidaya sayuran hidroponik dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Jumlah *Defect* Sayuran Hidroponik PT SAS

Jenis <i>Defect</i>	Jumlah <i>defect</i> (gram)					Total (gram)	Persentase	Persentase Kumulatif
	Pakcoy	Bayam	Kailan	Kangkung	Caisim			
Daun Menguning	10237,5	7545,48	4488,025	4467,83	7335	34073,835	53,38%	53,38%
Daun Berlubang	5867,5	4155,85	2524,73	3383,775	4420,5	20352,355	31,88%	85,26%
Daun Bercak Putih	2570	2047,32	987,245	1697,99	2107	9409,555	14,74%	100,00%

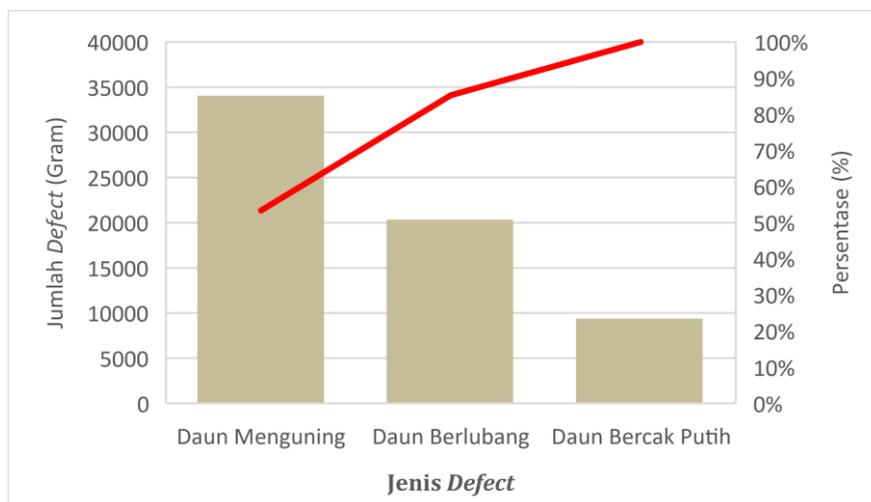
Sumber: PT Sumber Agro Semesta (SAS)

Berdasarkan tabel di atas, dapat dilihat bahwa terdapat 3 jenis *defect* pada produksi sayuran hidroponik. Jenis *defect* tersebut terdiri dari daun menguning, daun berlubang dan daun bercak putih. Ketiga jenis *defect* tersebut dapat lihat pada gambar berikut ini.



Gambar 11 tiga jenis *defect* sayuran hidroponik a) daun menguning, b) daun berlubang, c) daun bercak putih

Daun menguning merupakan jenis *defect* yang ditandai dengan munculnya warna kuning pada daun dan layu terutama pada sayur jenis pakcoy. Daun berlubang merupakan jenis *defect* pada kondisi daun sayur yang ditandai dengan adanya lubang kecil, besar atau bahkan merusak seluruh permukaan daun. Daun bercak putih merupakan jenis *defect* yang memiliki ciri-ciri terdapat bercak berukuran kecil, melekok ke dalam, berwarna putih pada daun sayuran hidroponik. Berdasarkan data pada Tabel 2, maka dapat diolah menjadi diagram pareto yang bertujuan untuk mengetahui prioritas dari permasalahan yang harus diselesaikan. Gambar diagram pareto dapat dilihat pada Gambar 12.

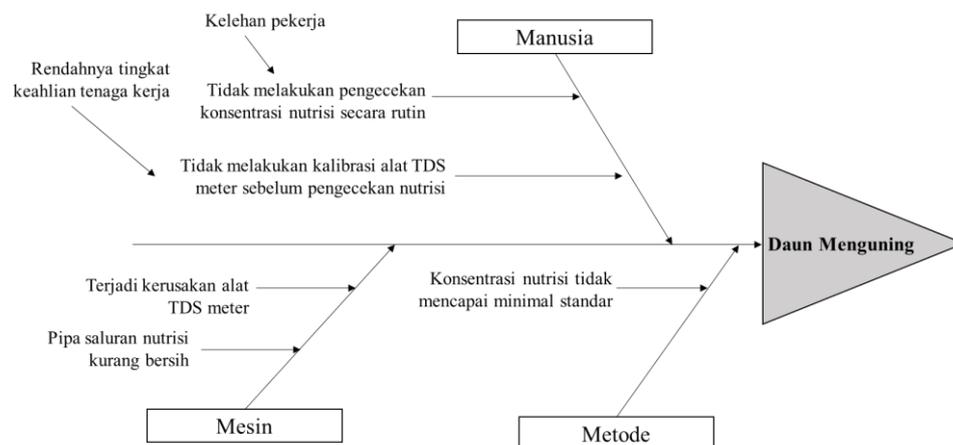


Gambar 12 Diagram pareto *defect* produksi sayur hidroponik

Berdasarkan diagram pareto pada Gambar 12, dapat dilihat bahwa tingkat *defect* tertinggi selama periode bulan Januari-Mei 2022 dari 5 jenis sayur tersebut adalah daun menguning dengan jumlah sebesar 34073,835 gram dan persentase sebesar 53,48%. Jenis *defect* terendah adalah daun bercak putih dengan jumlah sebesar 9409,55 gram dan persentase sebesar 14,74%. Jenis *defect* tertinggi hingga terendah yang terjadi pada produksi sayuran hidroponik adalah daun menguning, daun berlubang dan daun bercak putih. Oleh karena itu, perbaikan mutu sangat diperlukan dalam budi daya sayuran hidroponik agar tidak terjadi ketidaksesuaian atau *defect* pada sayuran hidroponik yang dihasilkan.

### 3.3.2 Diagram Sebab Akibat

Berdasarkan analisis permasalahan menggunakan diagram pareto, maka diperlukan peninjauan mengenai faktor-faktor penyebab terjadinya *defect* pada sayur hidroponik. Alat bantu selanjutnya yang akan digunakan untuk mengetahui faktor-faktor penyebab terjadinya *defect* sayur hidroponik adalah diagram sebab akibat atau *fishbone*. Berbagai jenis *defect* yang terjadi pada proses budi daya sayuran hidroponik disebabkan oleh beberapa faktor yaitu manusia, metode dan lingkungan. Diagram sebab akibat yang diperoleh dari hasil pengamatan langsung di PT SAS dan wawancara langsung dengan pihak terkait. Berdasarkan hasil pengamatan tersebut maka diperoleh diagram sebab akibat pada daun menguning yang dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 13 Diagram sebab akibat daun menguning

Berdasarkan gambar 13, jenis *defect* daun menguning disebabkan oleh tiga faktor, yaitu faktor manusia, metode dan lingkungan. Adapun penjelasan ketiga faktor tersebut sebagai berikut:

- Manusia

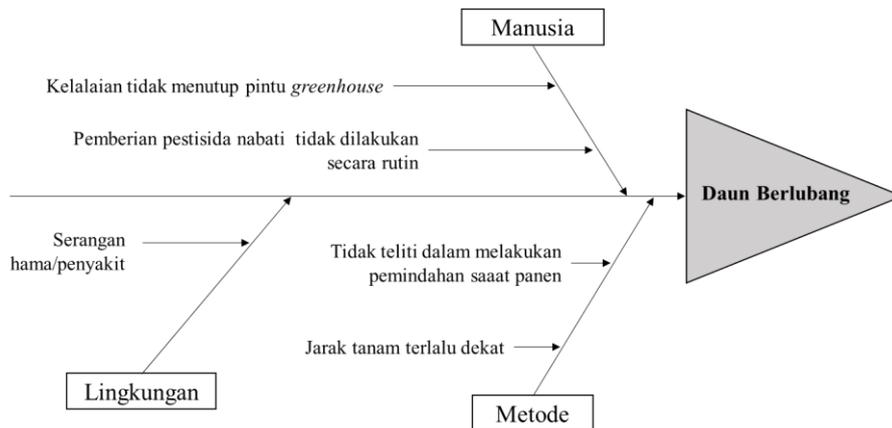
Berdasarkan faktor manusia yaitu rendahnya tingkat keahlian tenaga kerja menyebabkan pekerja tidak melaksanakan proses budi daya sayuran hidroponik secara optimal karena tidak dapat melakukan kalibrasi TDS meter sebelum pengecekan konsentrasi nutrisi. Selain itu, pekerja *greenhouse* hidroponik hanya terdiri dari 1-2 pekerja dan dibagi menjadi 2 *shift* yaitu pagi-siang dan siang-sore. Kekurangan sumberdaya manusia (SDM) ini menyebabkan pekerja mengalami kelelahan sehingga pengecekan nutrisi A-B Mix tidak dilakukan secara rutin. Hal ini menyebabkan konsentrasi nutrisi yang diberikan tidak sesuai dengan standar yang telah ditetapkan oleh perusahaan sehingga menyebabkan daun menguning pada sayuran hidroponik.

- Metode

Berdasarkan faktor metode yaitu metode dalam pemberian larutan nutrisi A-B Mix menggunakan pompa dalam toren berkapasitas 2000 L belum dapat terlaksana dengan baik. Hal tersebut dapat terjadi karena belum terdapat SOP (*Standard Operational Procedure*) yang rinci dan lengkap dalam teknis pelaksanaannya sehingga menyebabkan daun menguning pada sayuran hidroponik karena standar nutrisi yang ditetapkan belum dapat terpenuhi.

- Mesin

Faktor mesin atau alat yang digunakan dalam proses budi daya sangat memengaruhi mutu sayur hidroponik yang dihasilkan. Kerusakan alat TDS (*Total Dissolved Solid*) meter dapat menyebabkan pemberian nutrisi A-B Mix pada sayuran tidak sesuai. Selain itu, kondisi saluran nutrisi hidroponik yang tidak bersih seperti lumut dan kotoran lainnya juga dapat menghambat aliran penyaluran nutrisi ke tanaman sehingga akan mengganggu pertumbuhan sayuran hidroponik (Prastyo *et al.* 2015).



Gambar 14 Diagram sebab akibat jenis *defect* daun berlubang

Berdasarkan gambar 14, jenis *defect* daun berlubang disebabkan oleh tiga faktor, yaitu faktor manusia, metode dan lingkungan. Adapun penjelasan ketiga faktor tersebut sebagai berikut:

- Manusia

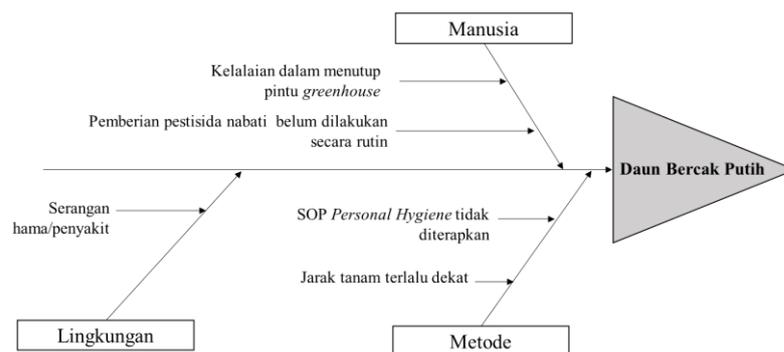
Berdasarkan faktor manusia, terdapat beberapa kelalaian pekerja dalam melakukan tugasnya yaitu pekerja hidroponik tidak menutup pintu *greenhouse* dan lalai dalam melakukan pemeliharaan selama budi daya sayur hidroponik (pemberian pestisida nabati tidak dilakukan secara rutin) yang bertujuan untuk menanggulangi hama penyakit. Hal ini menyebabkan terjadinya serangan hama seperti ulat grayak yang dapat menyebabkan daun berlubang. Faktor kelalaian ini dapat disebabkan oleh kelelahan dan kekurangan sumberdaya manusia (SDM) sehingga pemeliharaan pada budi daya sayuran hidroponik tidak dapat dilakukan secara optimal.

- Metode

Berdasarkan faktor metode, terdapat beberapa kesalahan seperti penanganan panen yang tidak optimal sehingga menyebabkan adanya *defect* daun berlubang pada sayur hidroponik dan jarak tanam yang terlalu dekat juga menyebabkan daun-daun antar sayur saling bersentuhan sehingga potensi untuk penyebaran hama semakin tinggi. Penerapan metode budidaya sayur hidroponik yang salah seperti pemindahan panen yang tidak teliti dapat menyebabkan daun pada sayuran rusak atau berlubang. Hal ini akan menyebabkan menurunnya kualitas sayur yang dihasilkan ketika panen.

- Lingkungan

Berdasarkan faktor ketiga yaitu faktor lingkungan, terdapat serangan hama terhadap sayuran hidroponik yang ditanam di *greenhouse*. Meskipun sudah menggunakan sistem *greenhouse*, namun masih terdapat potensi terserang hama seperti ulat grayak atau *Spodoptera litura Fabricius*. Serangan *S. litura* dapat mengakibatkan kerusakan, bahkan kehilangan hasil pada tanaman sayur. Gejala serangan berupa daun berlubang karena larva memakan jaringan daun hingga menyisakan epidermis dan tulang daun.



Gambar 15 Diagram sebab akibat jenis *defect* daun bercak putih

Berdasarkan gambar 15, jenis *defect* daun bercak putih disebabkan oleh tiga faktor, yaitu faktor manusia, metode dan lingkungan. Adapun penjelasan ketiga faktor tersebut sebagai berikut:

- Manusia

Berdasarkan faktor manusia yaitu pekerja hidroponik lalai dalam melaksanakan proses budi daya sayur. Kelalaian ini mencakup pekerja tidak teliti dalam menutup pintu *greenhouse* dan tidak melakukan pemberian pestisida secara rutin dalam pemeliharaan selama budidaya sayur hidroponik yang bertujuan untuk menanggulangi hama penyakit. Faktor kelalaian ini dapat disebabkan oleh kelelahan dan kekurangan sumberdaya manusia (SDM) sehingga pemeliharaan pada budi daya sayuran hidroponik tidak dapat dilakukan secara optimal.

- Metode

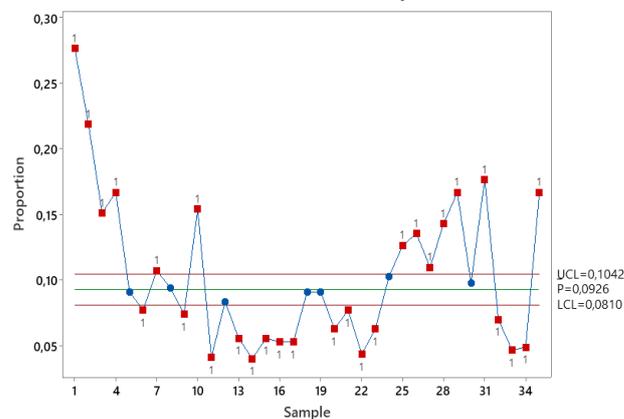
Berdasarkan faktor metode, SOP (*Standard Operational Procedure*) *personal hygiene* belum diterapkan dengan baik dan jarak tanam yang terlalu dekat sehingga menyebabkan sayur hidroponik berpotensi terserang hama.

- Lingkungan

Faktor lingkungan saling berkaitan dengan faktor sebelumnya sehingga penyakit atau hama dari lingkungan dapat menyerang sayur hidroponik. Hal ini menyebabkan terjadinya serangan hama seperti kutu putih, jamur, dan sebagainya yang dapat menyebabkan bercak putih pada daun sayur hidroponik yang dihasilkan.

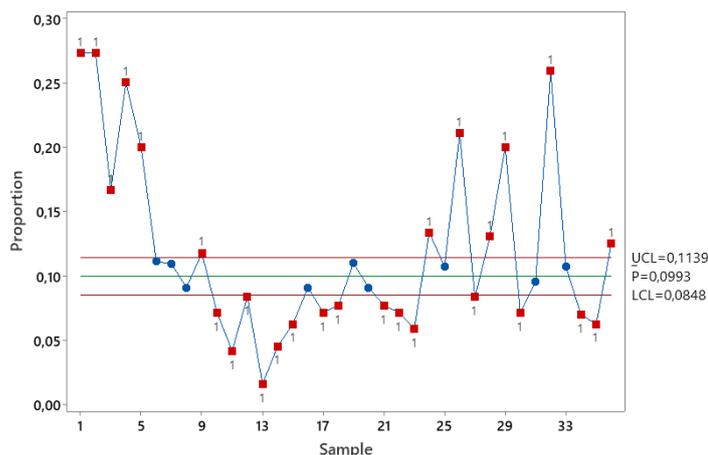
### 3.3.3 Grafik Kendali

Berdasarkan jumlah *defect* 5 jenis sayur hidroponik pada periode bulan Januari-Mei 2022, maka perlu dianalisis kembali menggunakan grafik kendali untuk mengetahui apakah budidaya sayur hidroponik di *greenhouse* PT SAS berada dalam keadaan terkendali (*in control*) atau tidak terkendali (*out control*). Grafik kendali yang digunakan untuk analisis *defect* ini adalah *p-chart*. *P-Chart* yaitu suatu bagian untuk proporsi atau bagian yang rusak yang terjadi. Batas pengendalian yang meliputi batas atas (*upper control limit*) dan batas bawah (*lower control limit*) yang dapat menggambarkan performansi yang diharapkan pada suatu proses konsisten. Terdapat batas kendali atas atau *upper control limit* (UCL), rata-rata atau *average* (AVG), dan batas kendali bawah atau *lower control limit* (LCL). Berikut adalah grafik kendali *defect* pada sayur hidroponik. Berikut adalah grafik kendali *defect* sayur pakcoy.



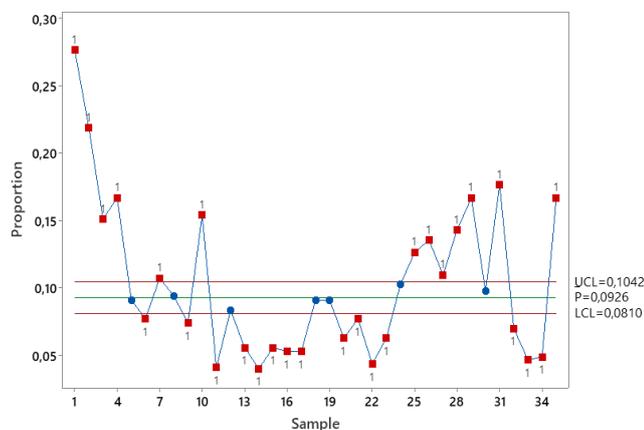
Gambar 16 Grafik kendali *defect* sayur pakcoy

Grafik kendali untuk *defect* sayur pakcoy periode bulan Januari-Mei memiliki nilai tengah (AVG) sebesar 0,0926 dengan batas kendali atas (UCL) sebesar 0,1042 dan batas kendali bawah (LCL) sebesar 0,0810. Berdasarkan grafik kendali di atas dapat dilihat bahwa terdapat titik yang berada di luar batas kendali atas (UCL) maupun batas kendali bawah (LCL) yaitu sebanyak 27 titik. Hal ini menunjukkan bahwa proses atau budi daya sayur hidroponik di *greenhouse* PT SAS berada di luar batas kendali.



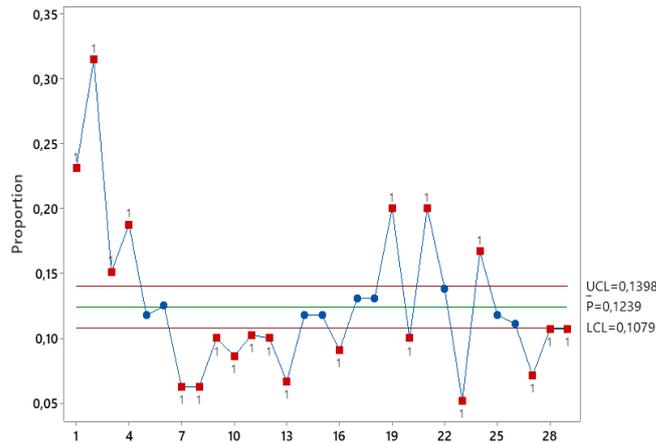
Gambar 17 Grafik kendali *defect* sayur caisim

Grafik kendali untuk *defect* sayur caisim periode bulan Januari-Mei memiliki nilai tengah (AVG) sebesar 0,0993 dengan batas kendali atas (UCL) sebesar 0,1133 dan batas kendali bawah (LCL) sebesar 0,0848. Berdasarkan grafik kendali di atas dapat dilihat bahwa terdapat 17 titik yang berada di luar batas kendali atas (UCL) maupun batas kendali bawah (LCL). Hal ini menunjukkan bahwa proses budidaya sayur hidroponik jenis kangkung di *greenhouse* PT SAS berada di luar batas kendali.



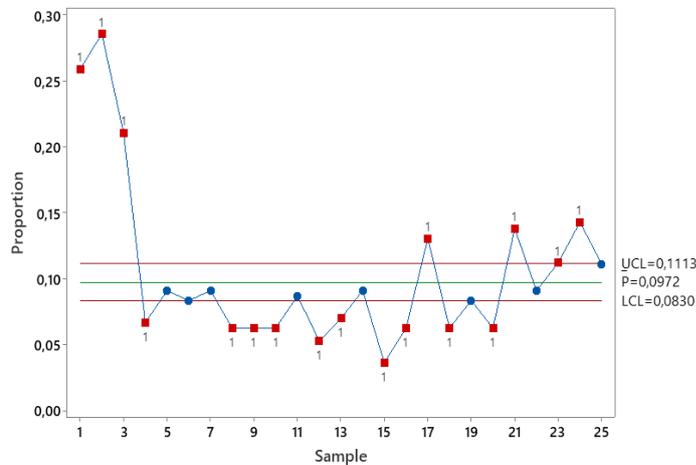
Gambar 18 Grafik kendali *defect* sayur kailan

Grafik kendali untuk *defect* sayur kailan periode bulan Januari-Mei memiliki nilai tengah (AVG) sebesar 0,0926 dengan batas kendali atas (UCL) sebesar 0,1042 dan batas kendali bawah (LCL) sebesar 0,0810. Berdasarkan grafik kendali di atas dapat dilihat bahwa terdapat titik yang berada di luar batas kendali atas (UCL) maupun batas kendali bawah (LCL) yaitu sebanyak 20 titik. Hal ini menunjukkan bahwa proses budidaya sayur hidroponik jenis kailan di *greenhouse* PT SAS berada di luar batas kendali.



Gambar 19 Grafik kendali *defect* sayur bayam hijau

Grafik kendali untuk *defect* sayur bayam hijau periode bulan Januari-Mei memiliki nilai tengah (AVG) sebesar 0,1239 dengan batas kendali atas (UCL) sebesar 0,1398 dan batas kendali bawah (LCL) sebesar 0,1079. Berdasarkan grafik kendali di atas dapat dilihat bahwa terdapat titik yang berada di luar batas kendali atas (UCL) maupun batas kendali bawah (LCL) yaitu sebanyak 20 titik. Hal ini menunjukkan bahwa proses budidaya sayur hidroponik di *greenhouse* PT SAS berada di luar batas kendali.



Gambar 20 Grafik kendali *defect* sayur kangkung

Grafik kendali untuk *defect* sayur kangkung periode bulan Januari-Mei memiliki nilai tengah (AVG) sebesar 0,0972 dengan batas kendali atas (UCL) sebesar 0,1113 dan batas kendali bawah (LCL) sebesar 0,0830. Berdasarkan grafik kendali di atas dapat dilihat bahwa terdapat 17 titik yang berada di luar batas kendali atas (UCL) maupun batas kendali bawah (LCL). Hal ini menunjukkan bahwa proses budidaya sayur hidroponik jenis kangkung di *greenhouse* PT SAS berada di luar batas kendali.

Berdasarkan grafik kendali periode bulan Januari–Mei 2022, dapat dinyatakan bahwa proses produksi sayur hidroponik berada di luar batas kendali. Proses produksi belum dikatakan sempurna karena titik-titik yang berada diantara UCL dan LCL tidak sejajar atau lurus dengan *Central Line* (CL) / garis pusat atau tengah (Riyanthi *et al.* 2014).

### 3.4 Alternatif Solusi

Setelah dilakukan analisis pengendalian mutu sayur hidroponik terhadap 3 jenis *defect*, maka selanjutnya adalah merancang usulan tindakan perbaikan atau beberapa alternatif solusi yang potensial untuk diterapkan di PT SAS yang bertujuan untuk menurunkan tingkat *defect* produk. Berikut merupakan beberapa alternatif solusi yang disarankan.

Tabel 3 Alternatif solusi

No.	Faktor yang diamati	Masalah	Usulan Perbaikan
1.	Manusia	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Rendahnya tingkat keahlian tenaga kerja baru</li> <li>b. Ketidaktepatan pekerja saat melakukan pemeliharaan/penanggulangan hama penyakit</li> <li>c. Pekerja tidak melakukan kalibrasi alat TDS meter sebelum pengecekan nutrisi</li> <li>d. Kelalaian dalam menutup pintu <i>greenhouse</i></li> <li>e. Tidak menerapkan <i>personal hygiene</i> dengan baik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Mengadakan <i>briefing</i> sebelum melakukan pekerjaan secara rutin</li> <li>b. Mengadakan pelatihan budidaya hidroponik secara berkala</li> <li>c. Melakukan kalibrasi alat TDS meter secara berkala</li> <li>d. Menerapkan sistem otomatis pada pintu <i>greenhouse</i></li> <li>e. Menerapkan SOP <i>personal hygiene</i></li> </ul>
2.	Metode	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Standar nutrisi tidak terpenuhi</li> <li>b. Pengadukan nutrisi AB Mix kurang larut</li> <li>c. Kesalahan dalam penanganan pascapanen</li> <li>d. Jarak tanam yang terlalu dekat (5-6 cm)</li> <li>e. SOP <i>personal hygiene</i> tidak terlalu rinci</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Membuat <i>checklist</i> pengecekan nutrisi</li> <li>b. Membuat SOP pengecekan pH sebelum pengadukan nutrisi A-B Mix untuk memastikan nutrisi larut dengan baik</li> <li>c. Membuat SOP penanganan</li> </ul>

			pascapanen yang rinci dan jelas
		d.	Perubahan jarak tanam antar lubang menjadi 15 cm antar lubang dan 10 cm antar pipa
		e.	Perbaiki SOP <i>personal hygiene</i> yang rinci dan mudah dipahami
3.	Lingkungan	a. Serangan hama (ulat grayak, kutu putih, dsb)	<p>a. Membuat <i>report</i> setiap melakukan pemeliharaan secara rutin</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Penyemprotan pestisida organik setiap 3 kali dalam seminggu</li> <li>- Memotong bagian daun yang menguning/bercak putih agar tidak menyebar ke sayur lainnya</li> </ul> <p>b. Membuat SOP khusus pemeliharaan budi daya hidroponik</p>
4.	Mesin	<p>a. Pipa saluran nutrisi yang kurang bersih</p> <p>b. Alat TDS meter yang rusak</p>	<p>a. Pembersihan pipa saluran nutrisi secara rutin</p> <p>b. Menyediakan cadangan alat</p>

### 3.5 Penerapan Solusi

#### 3.2.1 Pembersihan Saluran Pipa Nutrisi Hidroponik

Pembersihan saluran pipa hidroponik perlu dilakukan guna meminimalisir kotoran yang menumpuk pada pipa sehingga dapat menghambat aliran nutrisi yang menyebabkan pertumbuhan sayur hidroponik tidak optimal. Pembersihan pipa aliran nutrisi ini terbagi menjadi 2 tingkat yaitu pembersihan skala kecil yang dilakukan setiap hari dan pembersihan skala besar yang dilakukan secara berkala atau 1 bulan sekali.



Gambar 21 Saluran pipa nutrisi sayur hidroponik  
(Sumber: PT Sumber Agro Semesta)

Pembersihan saluran pipa hidroponik skala kecil dilakukan dengan melakukan pengecekan kotoran atau lumut pada lubang saluran pipa hidroponik. Jika terdapat lumut atau kotoran lainnya, pekerja melakukan pembersihan dengan cara menyikat bagian luar pipa yang terpakai dengan air bersih. Sedangkan pembersihan pipa yang tidak terpakai dilakukn dengan menyikat bagian dalam dan luar pipa menggunakan air bersih dan air mengalir untuk mencegah penumpukan kotoran. Pembersihan saluran pipa hidroponik skala besar dilakukan setelah proses panen yaitu dalam kondisi sebagian besar saluran pipa hidroponik tidak terpakai. Proses pembersihan skala besar ini dimulai dengan memindahkan tanaman ke perangkat hidroponik lain yang memiliki media tanam dan larutan nutrisi yang sama dengan perangkat hidroponik pertama. Selanjutnya, dilakukan sterilisasi perangkat hidroponik seperti *net pot* yang dimaksudkan untuk membunuh bibit/hama pengganggu, dapat dilakukan dengan cara menyikat dan membilas dengan air yang bersih. Kemudian, pipa saluran hidroponik dapat dilakukan pengaliran air bersih dan tidak menggunakan air bekas bilasan. Setelah itu, tanaman dipindahkan kembali ke perangkat hidroponik yang telah selesai dibersihkan.

### 3.2.2 Pemberian Pestisida Nabati

Penggunaan pestisida nabati bertujuan untuk meminimalisir penggunaan pestisida kimiawi. Pestisida nabati terkenal lebih ramah lingkungan dan tidak meninggalkan residu kimia. Pestisida yang digunakan adalah campuran urin kelinci, bawang putih dan air. Menurut Susilorini *et al.* (2008), urin kelinci mengandung zat perangsang tumbuh yang dapat digunakan sebagai pengatur tumbuh diantaranya *Indole aceti acid* (IAA). Lebih lanjut dijelaskan bahwa urin kelinci juga memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman, karena baunya yang khas sehingga dapat mencegah datangnya berbagai hama tanaman dan berfungsi sebagai pengendalian hama tanaman. Penggunaan bawang putih sebagai bahan nabati pestisida memiliki manfaat sebagai agen antimikrobia.

Kemampuannya menghambat pertumbuhan mikrobia sangat luas, mencakup virus, bakteri, protozoa, dan jamur (Yin *et al.* 2002).

Berikut jadwal pemberian pestisida nabati yang diterapkan di PT SAS.

<b>Hari</b>	<b>Waktu</b>
Senin	08.00-09.00
Rabu	08.00-09.00
Jumat	08.00-09.00

Pemilihan waktu pagi hari merupakan waktu yang tepat untuk melakukan aktifitas penyemprotan karena pada waktu pagi hari merupakan waktu terbukanya stomata pada tanaman sehingga residu dari pestisida nabati mudah terserap oleh tanaman sayur dan waktu pagi hari tingkat pencahayaan masih rendah sehingga tidak mempengaruhi sifat maupun struktur dari pestisida nabati paitan dan pestisida akan bekerja secara efektif pada hama yang menyerang tanaman.

Menurut Tricahyono (2015), pagi hari merupakan suhu optimum dimana tingkat pencahayaan matahari rendah serta embun sudah mulai turun sehingga stomata akan terbuka dan tanaman akan mudah menyerap residu pestisida nabati.

### 3.2.3 Pengecekan Nutrisi dan Peningkatan *Personal Hygiene*

Pengecekan konsentrasi nutrisi A-B Mix secara rutin untuk memastikan pemberian nutrisi sudah dilakukan secara tepat. Jika konsentrasi nutrisi tidak sesuai, maka pertumbuhan sayur hidroponik akan terganggu. Konsentrasi yang terlalu rendah akan mengakibatkan pertumbuhan daun muda (pucuk) berwarna pucat putih kekuning-kuningan dikarenakan kurangnya kandungan unsur nitrogen, besi, mangan, borium, tembaga atau seng (Hadi *et al.* 2017). Sedangkan konsentrasi nutrisi yang terlalu tinggi akan mengakibatkan sayur mengalami *over* produksi. Oleh karena itu, larutan nutrisi sayur hidroponik harus sesuai dan perlu dilakukan pengecekan secara rutin.

Berikut jadwal dan konsentrasi nutrisi yang harus diberikan.

<b>Waktu</b>	<b>Konsentrasi (ppm)</b>
Pagi – 07.00	1000-1400
Sore – 15.30	

Sumber: *Agribusiness Technology Park (ATP) IPB University*

Sebelumnya konsentrasi nutrisi A-B Mix yang digunakan di PT SAS adalah 1000-1200 ppm. Setelah penulis berdiskusi dengan pihak ATP, standar konsentrasi nutrisi yang diterapkan di PT SAS ditingkatkan menjadi 1000-1400 ppm. Konsentrasi nutrisi A-B Mix biasanya mengalami penurunan setiap harinya. Oleh karena itu, jika konsentrasi nutrisi terlalu rendah dan tidak sesuai maka dilakukan penambahan larutan nutrisi dan pengecekan rutin selama 2 kali dalam sehari untuk memastikan konsentrasi nutrisi sudah sesuai dengan standar yang ditetapkan.

Selain itu, peningkatan *personal hygiene* diterapkan yaitu penggunaan alat APD (Alat Pelindung Diri) untuk meningkatkan kebersihan dalam budi daya sayur hidroponik dan mencegah adanya serangan hama atau penyakit yang kemungkinan terbawa oleh pekerja dari luar *greenhouse*. *Monitoring checklist personal hygiene* dapat dilihat pada lampiran 6. Berikut penerapan APD yang diterapkan di PT SAS selama kegiatan budi daya sayur hidroponik.



Gambar 22 Penerapan peningkatan *personal hygiene*  
(Sumber: PT Sumber Agro Semesta)

### 3.6 Validasi Prototipe Penanganan Mutu Sayur Hidroponik

Tahapan validasi prototipe penanganan mutu sayur hidroponik dilakukan dengan berdiskusi kepada mitra untuk mengetahui apakah hasil dari penerapan solusi sudah tercapai. Solusi yang diterapkan yaitu pembersihan pipa, pemberian pestisida nabati, pengecekan nutrisi secara rutin dan *peningkatan personal hygiene*. Setelah melakukan penerapan solusi pada bulan Juli 2022, hasil yang diperoleh telah sesuai dengan tujuan yaitu adanya penurunan *defect* sebesar 2,41%. Tabel perhitungan persentase *defect* dapat dilihat pada lampiran 7. Berikut tabel perbandingan jumlah *defect* sebelum dan setelah penerapan prototipe.

Tabel 4 Perbandingan *defect* sebelum dan setelah penerapan prototipe

Periode	Jumlah Produksi (gram)	Jumlah Defect (gram)	Persentase defect/bulan (gram)	Keuntungan (Rupiah)	Keterangan
Januari-Mei (rata-rata)	125070	12620	10,09%	Rp6.446.870	Sebelum
Juli	204625	15712,5	7,68%	Rp10.755.733	Setelah

Berdasarkan tabel perbandingan *defect* di atas, dapat dilihat bahwa terjadi penurunan *defect* setelah penerapan prototipe yaitu menjadi 7,68%. Selain perhitungan *defect*, keuntungan penjualan sayuran hidroponik sebelum dan setelah penggunaan pestisida nabati dapat dilihat pada perhitungan di lampiran 8. Hasil perhitungan tersebut diperoleh dengan menghitung selisih produksi dan *defect* per bulan dengan biaya keuntungan per gram sayuran. Asumsi keuntungan yang

diperoleh per bulan sebelum penerapan pestisida nabati yaitu sebesar Rp6.446.870. Sedangkan, asumsi keuntungan yang diperoleh setelah penerapan pestisida nabati yaitu sebesar Rp10.755.733. Biaya produksi yang digunakan sebelum penggunaan pestisida memang lebih kecil, namun kerugian *defect* yang dihasilkan lebih besar. Namun, untuk penggunaan pestisida nabati lebih besar, namun keuntungan biaya yang diperoleh jika menggunakan pestisida nabati juga lebih besar. Oleh karena itu, penggunaan pestisida nabati dapat menurunkan tingkat *defect* dan meningkatkan keuntungan penjualan sebesar Rp4.308.863 atau sebesar 60% dibandingkan penjualan sebelum penerapan solusi.

## IV SIMPULAN DAN SARAN

### 4.1 Simpulan

Tahapan budi daya sayuran yang diterapkan di PT SAS meliputi tahapan prapanen, panen, dan pascapanen. Rata-rata produksi sayuran per bulan pada periode bulan Januari-Mei 2022 yaitu sebesar 125,070 kg, terdapat *defect* sebesar 12,620 kg atau 10,09%. Berdasarkan analisis *defect* menggunakan diagram pareto pada periode bulan Januari-Mei 2022, jenis *defect* tertinggi yaitu daun menguning dengan persentase sebesar 54,26%. Berdasarkan diagram sebab akibat, faktor-faktor yang memengaruhi tingginya *defect* pada sayuran hidroponik yaitu manusia (kelalaian, ketidaktelitian, rendahnya keahlian dan jumlah pekerja), metode (ketidaktelitian metode pemanenan, *personal hygiene* dan pengecekan konsentrasi nutrisi yang tidak dilakukan secara rutin), dan lingkungan (serangan hama dan penyakit), dan mesin (saluran pipa yang kurang bersih dan kerusakan alat TDS meter). Solusi yang diterapkan yaitu pembersihan saluran pipa hidroponik, pemberian pestisida nabati, pengecekan nutrisi secara rutin dan peningkatan penerapan *personal hygiene*. Setelah dilakukan penerapan prototipe, *defect* sayuran hidroponik mengalami penurunan sebesar 2,41% dan peningkatan keuntungan penjualan sayur sebesar 60% setelah penerapan pestisida nabati.

### 4.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat menerapkan beberapa alternative solusi lainnya seperti kalibrasi alat TDS (*Total Dissolved Solid*) meter, mengadakan pelatihan dan membuat *Standard Operational Procedure* (SOP) yang lebih detail terkait budi daya sayuran hidroponik, merancang prototipe pemberian nutrisi yang tepat berdasarkan beberapa kategori (jenis atau umur tanaman), dan membuat *report* seperti *monitoring checklist* untuk melakukan kalibrasi alat TDS.

## DAFTAR PUSTAKA

- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2017. *Fokus Khusus: Tren Konsumsi Dan Produksi Buah Dan Sayur*. Jakarta (ID): Badan Pusat Statistik.
- [BPS] Badan Pusat Statistik dan Direktorat Jendral Hortikultura. 2019. *Kementerian Pertanian Republik Indonesia*. Jakarta (ID): Badan Pusat Statistik.
- Ainina AN, Aini N. 2018. Konsentrasi nutrisi AB Mix dan media tanam terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman selada merah (*Lactuca sativa* L. var. *crispa*) dengan sistem hidroponik substrat. *Jurnal Produksi Tanaman*. 6(8): 1684-1693.
- Ali K, Sumampow DMF, Paulus JM. 2021. Respons tanaman kailan (*Brassica oleracea* var. *Alboglabra*) pada berbagai konsentrasi AB mix dengan sistem hidroponik sumbu (*Wick System*). *Jurnal Agri SosioEkonomi*. 17(3): 1023–1030.
- Bussell WT, McKennie S. 2004. Rockwool in horticulture, and its importance and sustainable use in New Zealand. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*. 32(1): 29–37.
- Fauzi A, Dewi PS, Cahyani W, Hadi SN. 2021. Penerapan hidroponik dan pascapanen sayuran pada orang tua sis67wa SDN Karangsalam Kabupaten Banyumas. *Jurnal Panrita Abdi*. 5(1): 67–79.
- Faruq U. 2016. Efektivitas waktu aplikasi dan konsentrasi pestisida nabati paitan (*Tithonia diversifolia*) terhadap intensitas kerusakan dan hasil buncis. [Skripsi]. Jember (ID): Universitas Muhammadiyah Jember.
- Fatima GAY. 2013. Kajian penggunaan *ice gel* sebagai media pendingin pada kemasan untuk distribusi sawi hijau (*Brassica juncea* L.) [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Ferdian DA. 2009. Analisis keseimbangan panas pada bak penanaman dalam system hidroponik *deep flow technique* (DFT). [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Hadi S, Daningsih E, Yokhebed. 2017. Perbedaan konsentrasi fosfor terhadap pertumbuhan bayam hijau pada hidroponik super mini. *Jurnal UNTAN*. 6(5): 1–12.
- Heliadi GG, Kirom, Ramdlan M, Suhendi A. 2018. Monitoring dan kontrol nutrisi pada sistem hidroponik NFT berbasis konduktivitas elektrik. *eProceeding of Engineering*. 5 (1), 885–893.
- Hidayati N, Rosawanti P, Yusuf F, Hanafi N. 2017. Kajian penggunaan nutrisi anorganik terhadap pertumbuhan kangkung (*Ipomoea reptans* Poir) hidroponik sistem *wick*. *Jurnal Daun*. 4(2): 75–81.
- Saidi IA, Azara R, Yanti E. 2021. *Pasca Panen dan Pengolahan Sayuran Daun*. Sidoarjo (ID): UMSIDA Press.

- Mardilla M, Pratiwi A. 2021. Budidaya tanaman pakcoy (*Brassica rapa subsp. chinensis*) dengan teknik vertikultur pada lahan sempit di Kelurahan Penaraga Kecamatan Raba Kota Bima. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*. 4(1): 60–66.
- Marginingsih RS, Nugroho AS, Dzakiy MA. 2018. Pengaruh substitusi pupuk organik cair pada nutrisi AB MIX terhadap pertumbuhan caisim (*Brassica juncea* L.) pada hidroponik *Drip Irrigation System*. *Jurnal Biologi & Pembelajarannya*. 5(1): 44–51.
- Pohan SA, Oktoyournal. 2019. Pengaruh konsentrasi nutrisi A-B mix terhadap pertumbuhan caisim secara hidroponik (*Drip System*). *LUMBUNG*. 18(1): 20–32.
- Prastyo A, Idrus M, Surya. 2015. Pengaruh panjang talang terhadap produktivitas air tanaman selada kerinting dengan sistem irigasi NFT (*Nutrient Film Technique*) di PT Momenta Agrikultura Lembang Bandung Barat. *Jurnal Ilmiah Teknik Pertanian*. 7(2): 77–144.
- Putra PA, Yuliando H. 2015. *Soilless culture system to support water use efficiency and product quality*. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. 3(1): 283–288.
- Qalyubi IM, Pudjojono, Widodo S. 2014. Tanaman kangkung pada sistem irigasi hidroponik NFT (*Nutrient Film Technique*). *Jurnal Teknologi Pertanian*. 1(1): 2–6.
- Riyanthi LL, Nuridja M, Suwena KR. 2014. Analisis pengendalian produk cacat dengan metode *control chart* pada PT Ital Frans Multindo Food Industries di Kabupaten Tabanan tahun 2013. *Jurnal Pendidikan Ekonomi Undiksha*. 4(1): 1-11.
- Santoso A. 2018. Pengendalian kualitas produk rokok sigaret kretek mesin (SKM) dengan menggunakan *statistical process control* (SPC) pada PT XY [Skripsi]. Surabaya (ID): Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
- Sarido L, Junia. 2017. Uji pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) dengan pemberian pupuk organik cair pada system hidroponik. *Jurnal AGRIFOR*. 16(1): 65–74.
- Setiawan HP. 2016. Alih fungsi (konversi) lahan pertanian ke non pertanian kasus di Kelurahan Simpang Pasir Kecamatan Palaran Kota Samarinda. *Jurnal Sosiatri Sosiologi*. 4(2): 280-293.
- Singgih, Mohammad, Prabawati K, Abdulloh D. 2019. Bercocok tamam mudah dengan sistem hidroponik NFT. *Jurnal Abdikarya: Jurnal Karya Pengabdian Dosen Dan Mahasiswa*. 3(1):21–24.
- Sirine H, Kurniawati EP. 2017. Pengendalian kualitas menggunakan metode six sigma (Studi kasus pada PT Diras Concept Sukoharjo). *Asian Journal of Innovation and Entrepreneurship*. 2(3): 254–290.
- Susilawati (2019). *Dasar-Dasar Bertanam secara Hidroponik*. Palembang (ID): UNSRI Press.

- Yernisa, Yulia A, Emanauli, Sahrial, Lisani. 2019. Penanganan pascapanen dan pengolahan komoditi hidroponik pada kelompok wanita tani Kelurahan Penyengat Rendah Kota Jambi. *Jurnal Karya Abdi Masyarakat*. 3(1): 74–78.
- Yin MC, Chang HC, Tsao SM. 2002. Inhibitory effects of aqueous garlic extract, garlic oil and four diallyl sulphides against four enteric pathogens. *Journal of Food and Drug Analysis*. 10(2):120–126.

## LAMPIRAN

Lampiran 1 Laporan produksi, *defect*, dan perhitungan grafik kendali pakcoy

No	Tanggal	Jumlah sampel	Jenis <i>defect</i> pada parameter			$\Sigma$	Persentase	Proporsi	CL	UCL	LCL
			Daun Menguning	Daun Berlubang	Bercak Putih						
1	04/01/2022	3800	472,5	577,5	262,5	1050	0,53%	0,28	0,092569	0,106674	0,07846
2	07/01/2022	4800	703,5	231	115,5	1050	0,53%	0,22	0,092569	0,105119	0,08002
3	10/01/2022	5300	384	256	160	800	0,41%	0,15	0,092569	0,104512	0,08063
4	14/01/2022	1800	174	105	21	300	0,15%	0,17	0,092569	0,113063	0,07208
5	18/01/2022	3300	201	75	24	300	0,15%	0,09	0,092569	0,107705	0,07743
6	21/01/2022	6500	240	170	90	500	0,25%	0,08	0,092569	0,103354	0,08178
7	25/01/2022	5600	270	174	156	600	0,30%	0,11	0,092569	0,104188	0,08095
8	28/01/2022	8000	420	262,5	67,5	750	0,38%	0,09	0,092569	0,102229	0,08285
9	04/02/2022	6750	290	170	40	500	0,25%	0,07	0,092569	0,103152	0,08199
10	08/02/2022	9750	900	420	180	1500	0,76%	0,15	0,092569	0,101375	0,08376
11	11/02/2022	12250	260	125	115	500	0,25%	0,04	0,092569	0,100425	0,08471
12	15/02/2022	6000	320	140	40	500	0,25%	0,08	0,092569	0,103794	0,08134
13	18/02/2022	4500	125	92,5	32,5	250	0,13%	0,06	0,092569	0,105531	0,07961
14	22/02/2022	6250	112,5	137,5	62,5	250	0,13%	0,04	0,092569	0,103567	0,08157
15	25/02/2022	9000	335	110	55	500	0,25%	0,06	0,092569	0,101734	0,0834
16	01/03/2022	4750	120	80	50	250	0,13%	0,05	0,092569	0,105185	0,07995
17	04/03/2022	4750	145	87,5	17,5	250	0,13%	0,05	0,092569	0,105185	0,07995
18	08/03/2022	6600	402	150	48	600	0,30%	0,09	0,092569	0,103272	0,08187
19	11/03/2022	2750	120	85	45	250	0,13%	0,09	0,092569	0,109149	0,07599
20	15/03/2022	4000	112,5	72,5	65	250	0,13%	0,06	0,092569	0,106317	0,07882
21	18/03/2022	3250	140	87,5	22,5	250	0,13%	0,08	0,092569	0,107821	0,07732
22	22/03/2022	5750	145	85	20	250	0,13%	0,04	0,092569	0,104036	0,0811
23	25/03/2022	6400	240	112	48	400	0,20%	0,06	0,092569	0,103438	0,0817
24	29/03/2022	3900	208	100	92	400	0,20%	0,10	0,092569	0,106492	0,07865
25	01/04/2022	5150	416	182	52	650	0,33%	0,13	0,092569	0,104685	0,08045
26	05/04/2022	4800	325	240,5	84,5	650	0,33%	0,14	0,092569	0,105119	0,08002
27	08/04/2022	3650	180	220	100	400	0,20%	0,11	0,092569	0,106961	0,07818
28	12/04/2022	3500	335	110	55	500	0,25%	0,14	0,092569	0,107266	0,07787
29	14/04/2022	1500	120	80	50	250	0,13%	0,17	0,092569	0,115019	0,07012
30	19/04/2022	10250	580	350	70	1000	0,51%	0,10	0,092569	0,101157	0,08398
31	22/04/2022	4250	502,5	187,5	60	750	0,38%	0,18	0,092569	0,105906	0,07923
32	06/05/2022	4300	144	102	54	300	0,15%	0,07	0,092569	0,105829	0,07931
33	13/05/2022	10750	225	145	130	500	0,25%	0,05	0,092569	0,100955	0,08418
34	20/05/2022	10250	280	175	45	500	0,25%	0,05	0,092569	0,101157	0,08398
35	27/05/2022	3000	290	170	40	500	0,25%	0,17	0,092569	0,108444	0,07669
$\Sigma$		197150	10237,5	5867,5	2570	18250					

Lampiran 2 Laporan produksi, *defect*, dan perhitungan grafik kendali bayam hijau

No	Tanggal	Jumlah sampel	Jenis defect pada parameter			$\Sigma$	Persentase	Proporsi	CL	UCL	LCL
			Daun Menguning	Daun Berlubang	Bercak Putih						
1	04/01/2022	5200	660	360	180	1200	1,08%	0,23	0,123874	0,137579	0,110168
2	07/01/2022	6200	1072,5	585	292,5	1950	1,76%	0,31	0,123874	0,136425	0,111322
3	10/01/2022	5300	440	240	120	800	0,72%	0,15	0,123874	0,137449	0,110298
4	14/01/2022	4000	412,5	225	112,5	750	0,68%	0,19	0,123874	0,1395	0,108247
5	18/01/2022	1700	110	60	30	200	0,18%	0,12	0,123874	0,147844	0,099904
6	04/02/2022	4000	275	150	75	500	0,45%	0,13	0,123874	0,1395	0,108247
7	08/02/2022	4800	165	90	45	300	0,27%	0,06	0,123874	0,138139	0,109609
8	11/02/2022	4000	137,5	75	37,5	250	0,23%	0,06	0,123874	0,1395	0,108247
9	15/02/2022	2500	132,5	86,25	31,25	250	0,23%	0,10	0,123874	0,14364	0,104108
10	17/02/2022	19700	935	510	255	1700	1,53%	0,09	0,123874	0,130915	0,116832
11	18/02/2022	9750	550	300	150	1000	0,90%	0,10	0,123874	0,133883	0,113865
12	22/02/2022	2500	128,75	64,5	56,075	250	0,23%	0,10	0,123874	0,14364	0,104108
13	25/02/2022	7500	265	172,5	62,5	500	0,45%	0,07	0,123874	0,135286	0,112462
14	01/03/2022	1700	110	60	30	200	0,18%	0,12	0,123874	0,147844	0,099904
15	04/03/2022	850	55	30	15	100	0,09%	0,12	0,123874	0,157773	0,089975
16	18/03/2022	1100	51,5	25,8	22,43	100	0,09%	0,09	0,123874	0,153673	0,094075
17	22/03/2022	1150	82,5	45	22,5	150	0,14%	0,13	0,123874	0,153018	0,09473
18	29/03/2022	1150	79,5	51,75	18,75	150	0,14%	0,13	0,123874	0,153018	0,09473
19	01/04/2022	2500	275	150	75	500	0,45%	0,20	0,123874	0,14364	0,104108
20	05/04/2022	2500	137,5	75	37,5	250	0,23%	0,10	0,123874	0,14364	0,104108
21	08/04/2022	2500	287,5	160,75	51,75	500	0,45%	0,20	0,123874	0,14364	0,104108
22	12/04/2022	2900	220	120	60	400	0,36%	0,14	0,123874	0,142226	0,105521
23	14/04/2022	2900	82,5	45	22,5	150	0,14%	0,05	0,123874	0,142226	0,105521
24	19/04/2022	1800	165	90	45	300	0,27%	0,17	0,123874	0,147169	0,100579
25	22/04/2022	4250	282,5	144,5	73	500	0,45%	0,12	0,123874	0,139034	0,108714
26	06/05/2022	2250	132,5	86,25	31,25	250	0,23%	0,11	0,123874	0,144709	0,103038
27	13/05/2022	3500	145	68,125	36,875	250	0,23%	0,07	0,123874	0,140579	0,107168
28	20/05/2022	1400	78,48	46,725	24,795	150	0,14%	0,11	0,123874	0,150288	0,09746
30	27/05/2022	1400	77,25	38,7	33,645	150	0,14%	0,11	0,123874	0,150288	0,09746
$\Sigma$		111000	7545,48	4155,85	2047,32	13750					

Lampiran 3 Laporan produksi, *defect*, dan perhitungan grafik kendali caisim

No	Tanggal	Jumlah sampel	Jenis defect pada parameter			$\Sigma$	Persentase	Proporsi	CL	UCL	LCL
			Daun Menguning	Daun Berlubang	Bercak Putih						
1	10/01/2022	2200	259,2	157,5	33,3	450	0,55%	0,204545455	0,09697	0,115897	0,07804
2	14/01/2022	4000	432	262,5	55,5	750	0,91%	0,1875	0,09697	0,111006	0,082933
3	18/01/2022	1900	230,4	140	29,6	400	0,48%	0,210526316	0,09697	0,117336	0,076603
4	21/01/2022	4000	288	175	37	500	0,61%	0,125	0,09697	0,111006	0,082933
5	25/01/2022	5400	241	111,6	47,4	400	0,48%	0,074074074	0,09697	0,10905	0,084889
6	28/01/2022	5500	259,45	123,45	117,1	500	0,61%	0,090909091	0,09697	0,10894	0,084999
7	04/02/2022	4250	301,25	139,5	59,25	500	0,61%	0,117647059	0,09697	0,110587	0,083352
8	08/02/2022	3300	172,8	105	22,2	300	0,36%	0,090909091	0,09697	0,112423	0,081516
9	11/02/2022	3500	144	87,5	18,5	250	0,30%	0,071428571	0,09697	0,111975	0,081964
10	15/02/2022	3000	121,175	84,325	44,5	250	0,30%	0,083333333	0,09697	0,113178	0,080762
11	18/02/2022	5250	249,45	183,9	66,65	500	0,61%	0,095238095	0,09697	0,109222	0,084718
12	22/02/2022	4000	124,725	91,95	33,325	250	0,30%	0,0625	0,09697	0,111006	0,082933
13	25/02/2022	5250	129,725	61,725	58,55	250	0,30%	0,047619048	0,09697	0,109222	0,084718
14	01/03/2022	2750	161,875	68,75	19,375	250	0,30%	0,090909091	0,09697	0,113898	0,080041
15	04/03/2022	1100	57,6	35	7,4	100	0,12%	0,090909091	0,09697	0,123736	0,070203
16	08/03/2022	1800	145,41	101,19	53,4	300	0,36%	0,166666667	0,09697	0,117894	0,076045
17	11/03/2022	2150	86,4	52,5	11,1	150	0,18%	0,069767442	0,09697	0,116115	0,077824
18	15/03/2022	3750	129,725	61,725	58,55	250	0,30%	0,066666667	0,09697	0,111467	0,082473
19	18/03/2022	2750	150,625	69,75	29,625	250	0,30%	0,090909091	0,09697	0,113898	0,080041
20	22/03/2022	5000	111,425	72,475	66,1	250	0,30%	0,05	0,09697	0,109524	0,084415
21	05/04/2022	1900	90,375	41,85	17,775	150	0,18%	0,078947368	0,09697	0,117336	0,076603
22	08/04/2022	650	84,345	51,75	13,905	150	0,18%	0,230769231	0,09697	0,13179	0,062149
23	12/04/2022	650	97,125	41,25	11,625	150	0,18%	0,230769231	0,09697	0,13179	0,062149
24	14/04/2022	600	64,75	27,5	7,75	100	0,12%	0,166666667	0,09697	0,133212	0,060727
25	06/05/2022	600	44,57	28,99	26,44	100	0,12%	0,166666667	0,09697	0,133212	0,060727
26	13/05/2022	3500	143,75	86,425	19,825	250	0,30%	0,071428571	0,09697	0,111975	0,081964
27	20/05/2022	3750	166,875	61,625	21,5	250	0,30%	0,066666667	0,09697	0,111467	0,082473
$\Sigma$		82500	4488,025	2524,73	987,245	8000					

Lampiran 4 Laporan produksi, *defect*, dan perhitungan grafik kendali kailan

No	Tanggal	Jumlah sampel	Jenis defect pada parameter			$\Sigma$	Persentase	Proporsi	CL	UCL	LCL
			Daun Menguning	Daun Berlubang	Bercak Putih						
1	04/01/2022	2700	332,5	261,1	106,4	700	0,71%	0,26	0,097152	0,114251	0,08005
2	07/01/2022	2800	380	298,4	121,6	800	0,81%	0,29	0,097152	0,113943	0,08036
3	14/01/2022	3800	338,4	260	201,6	800	0,81%	0,21	0,097152	0,111565	0,08274
4	15/02/2022	3750	118,75	93,25	38	250	0,25%	0,07	0,097152	0,111661	0,08264
5	17/02/2022	11000	475	373	152	1000	1,02%	0,09	0,097152	0,105623	0,08868
6	18/02/2022	9000	356,25	279,75	114	750	0,76%	0,08	0,097152	0,106517	0,08779
7	22/02/2022	2750	118,75	93,25	38	250	0,25%	0,09	0,097152	0,114094	0,08021
8	25/02/2022	8000	237,5	186,5	76	500	0,51%	0,06	0,097152	0,107085	0,08722
9	01/03/2022	4000	102,25	86,25	61,5	250	0,25%	0,06	0,097152	0,1112	0,0831
10	04/03/2022	4000	118,75	93,25	38	250	0,25%	0,06	0,097152	0,1112	0,0831
11	08/03/2022	5750	228	157,5	114,5	500	0,51%	0,09	0,097152	0,108869	0,08543
12	11/03/2022	4750	118,75	93,25	38	250	0,25%	0,05	0,097152	0,110043	0,08426
13	15/03/2022	2150	71,25	55,95	22,8	150	0,15%	0,07	0,097152	0,116313	0,07799
14	18/03/2022	1100	47,5	37,3	15,2	100	0,10%	0,09	0,097152	0,123941	0,07036
15	22/03/2022	4150	78,48	46,725	24,795	150	0,15%	0,04	0,097152	0,110944	0,08336
16	25/03/2022	4000	132,5	86,25	31,25	250	0,25%	0,06	0,097152	0,1112	0,0831
17	29/03/2022	1150	87	40,875	22,125	150	0,15%	0,13	0,097152	0,123352	0,07095
18	01/04/2022	2400	77,25	38,7	33,645	150	0,15%	0,06	0,097152	0,115288	0,07902
19	05/04/2022	3000	114	78,75	57,25	250	0,25%	0,08	0,097152	0,113373	0,08093
20	08/04/2022	2400	86,25	48,225	15,525	150	0,15%	0,06	0,097152	0,115288	0,07902
21	12/04/2022	2900	190	149,2	60,8	400	0,41%	0,14	0,097152	0,11365	0,08065
22	14/04/2022	1650	63,45	48,75	37,8	150	0,15%	0,09	0,097152	0,119025	0,07528
23	19/04/2022	5350	285	223,8	91,2	600	0,61%	0,11	0,097152	0,109299	0,085
24	22/04/2022	3500	204,5	172,5	123	500	0,51%	0,14	0,097152	0,11217	0,08213
25	06/05/2022	2250	105,75	81,25	63	250	0,25%	0,11	0,097152	0,115883	0,07842
$\Sigma$		98300	4467,83	3383,775	1697,99	9550					

Lampiran 5 Laporan produksi, *defect*, dan perhitungan grafik kendali kangkung

No	Tanggal	Jumlah sampel	Jenis defect pada parameter			$\Sigma$	Persentase	Proporsi	CL	UCL	LCL
			Daun Menguning	Daun Berlubang	Bercak Putih						
1	04/01/2022	2750	337,5	412,5	187,5	750	0,55%	0,27	0,09934	0,116452	0,08223
2	07/01/2022	2750	502,5	165	82,5	750	0,55%	0,27	0,09934	0,116452	0,08223
3	10/01/2022	4800	384	256	160	800	0,59%	0,17	0,09934	0,112292	0,08639
4	14/01/2022	3000	435	262,5	52,5	750	0,55%	0,25	0,09934	0,115724	0,08296
5	18/01/2022	2500	300	140	60	500	0,37%	0,20	0,09934	0,117287	0,08139
6	21/01/2022	4500	260	125	115	500	0,37%	0,11	0,09934	0,112717	0,08596
7	25/01/2022	5500	384	168	48	600	0,44%	0,11	0,09934	0,11144	0,08724
8	28/01/2022	5500	250	185	65	500	0,37%	0,09	0,09934	0,11144	0,08724
9	04/02/2022	4250	240	170	90	500	0,37%	0,12	0,09934	0,113105	0,08558
10	08/02/2022	7000	225	145	130	500	0,37%	0,07	0,09934	0,110066	0,08861
11	11/02/2022	12000	280	175	45	500	0,37%	0,04	0,09934	0,107532	0,09115
12	15/02/2022	3000	145	85	20	250	0,18%	0,08	0,09934	0,115724	0,08296
13	17/02/2022	6250	67	25	8	100	0,07%	0,02	0,09934	0,110691	0,08799
14	18/02/2022	7750	157,5	192,5	87,5	350	0,26%	0,05	0,09934	0,109533	0,08915
15	22/02/2022	4000	167,5	55	27,5	250	0,18%	0,06	0,09934	0,113529	0,08515
16	25/02/2022	5500	240	160	100	500	0,37%	0,09	0,09934	0,11144	0,08724
17	01/03/2022	3500	145	87,5	17,5	250	0,18%	0,07	0,09934	0,114508	0,08417
18	04/03/2022	3250	150	70	30	250	0,18%	0,08	0,09934	0,115081	0,0836
19	08/03/2022	3650	208	100	92	400	0,29%	0,11	0,09934	0,114193	0,08449
20	11/03/2022	2750	160	70	20	250	0,18%	0,09	0,09934	0,116452	0,08223
21	15/03/2022	3250	125	92,5	32,5	250	0,18%	0,08	0,09934	0,115081	0,0836
22	18/03/2022	3500	120	85	45	250	0,18%	0,07	0,09934	0,114508	0,08417
23	22/03/2022	4250	112,5	72,5	65	250	0,18%	0,06	0,09934	0,113105	0,08558
24	25/03/2022	3750	280	175	45	500	0,37%	0,13	0,09934	0,113994	0,08469
25	29/03/2022	1400	87	51	12	150	0,11%	0,11	0,09934	0,123323	0,07536
26	01/04/2022	950	134	50	16	200	0,15%	0,21	0,09934	0,128454	0,07023
27	05/04/2022	1800	67,5	82,5	37,5	150	0,11%	0,08	0,09934	0,120491	0,07819
28	08/04/2022	1150	100,5	33	16,5	150	0,11%	0,13	0,09934	0,125802	0,07288
29	12/04/2022	2500	240	160	100	500	0,37%	0,20	0,09934	0,117287	0,08139
30	14/04/2022	3500	145	87,5	17,5	250	0,18%	0,07	0,09934	0,114508	0,08417
31	19/04/2022	5250	300	140	60	500	0,37%	0,10	0,09934	0,111725	0,08696
32	22/04/2022	1350	182	87,5	80,5	350	0,26%	0,26	0,09934	0,123763	0,07492
33	06/05/2022	1400	96	42	12	150	0,11%	0,11	0,09934	0,123323	0,07536
34	13/05/2022	2150	75	55,5	19,5	150	0,11%	0,07	0,09934	0,118693	0,07999
35	20/05/2022	4000	120	85	45	250	0,18%	0,06	0,09934	0,113529	0,08515
36	27/05/2022	2000	112,5	72,5	65	250	0,18%	0,13	0,09934	0,119406	0,07927
$\Sigma$		136400	7335	4420,5	2107	13550					

Lampiran 6 *Monitoring checklist personal hygiene*

	CHECKLIST MONITORING PERSONAL HYGIENE (KEBERSIHAN DIRI KARYAWAN)						
	PT Sumber Agro Semesta					Status Revisi	
	Hidroponik					Tgl Mulai Berlaku	
	Greenhouse					Halaman	
Hari / Tanggal						Nama Inspector	
Area Pengecekan						Waktu Pengecekan	
Nama Karyawan						Metode pengecekan	
Visualisasi	No	Deskripsi Pengecekan	Standar	Hasil Pengecekan (√)		Hasil Temuan / Finding	Tindakan Perbaikan / Corrective Action
				OK	Not OK		
 (Contoh dokumentasi)	1	Kebersihan Baju Kerja	Tidak ditemukan kotoran dan bau tidak sedap				
	2	Kebersihan Celana Kerja	Tidak ditemukan kotoran dan bau tidak sedap				
	3	Kelengkapan Tutup Kepala	Tidak ditemukan kotoran dan bau tidak sedap				
	4	Kelengkapan Masker	Digunakan sesuai standar				
	5	Kelengkapan Sarung Tangan	Digunakan sesuai standar				
	6	Kebersihan Sepatu Safety	Tidak ditemukan kotoran dan bau tidak sedap				
	7	Kebersihan Kuku & Rambut	Dipotong rapi dan tidak panjang				
	8	Kerapihan Kumis & Janggut	Dipotong rapi dan tidak panjang				
	9	Cuci Tangan Karyawan	Tidak ditemukan kotoran dan bau tidak sedap				
	10	Kondisi Karyawan Sakit	Karyawan dalam kondisi sehat				

Lampiran 7 Persentase *Defect* sebelum dan setelah penerapan solusi

Periode bulan Januari-Mei 2022 (sebelum penerapan solusi)

No	Bulan	Jumlah sampel	Jumlah <i>defect</i> (gram)			Σ	Persentase
			Daun Menguning	Daun Berlubang	Bercak Putih		
1.	Januari	125100	11173,95	6824,55	3151,5	20700	16,55%
2.	Februari	222050	9002,625	5430,4	2466,3	16750	7,54%
3.	Maret	127750	5226,04	3034,29	1489,4	9750	7,63%
4.	April	93950	6434,545	3718,025	1634,525	11650	12,40%
5.	Mei	56500	2236,675	1345,09	667,83	4250	7,52%
	Σ	<b>125070</b>	<b>6814,767</b>	<b>4070,471</b>	<b>1881,911</b>	<b>12620</b>	<b>10,09%</b>

Periode bulan Juli 2022 (setelah penerapan solusi)

No	Tanggal	Jumlah sampel	Jumlah <i>defect</i> (gram)			Σ	Persentase
			Daun Menguning	Daun Berlubang	Bercak Putih		
1	01/07/2022	18000	918	522	360	1800	10,0%
2	05/07/2022	29000	1479	841	580	2900	10,0%
3	08/07/2022	25000	1275	725	500	2500	10,0%
4	12/07/2022	30000	765	435	300	1500	5,0%
5	15/07/2022	22500	573,75	326,25	225	1125	5,0%
6	19/07/2022	42500	1083,75	616,25	425	2125	5,0%
7	22/07/2022	37625	1918,875	1091,125	752,5	3762,5	10,0%
	Σ	204625	8013,375	4556,625	3142,5	15712,5	7,68%

Lampiran 8 Perhitungan biaya produksi dan keuntungan penjualan

### Harga Jual Sayuran

Harga jual per *pack* = Rp. 20.000

Harga jual per gram

$$\begin{aligned} 1 \text{ pack sayuran} &= 250 \text{ gram} \\ \text{Harga jual per pack / gram} &= \text{Rp. } 20.000 / 250 \\ &= \text{Rp. } 80 / \text{gram} \end{aligned}$$

### Biaya Produksi

1. Penggunaan benih
  - 1 *hole* = 33,34 gram tanaman
  - 1 *pack* = Rp. 30.000 = 2.500 biji
  - Harga per biji = Rp. 30.000 / 2.500 biji = Rp. 12 / biji
  - 1 *hole* tanaman = 2 biji = 2 x Rp. 12 = Rp. 24 / *hole* tanaman
  - 33,34 gram tanaman / *hole* = Rp. 24 / *hole*
  - 1 gram tanaman = Rp. 24 / 33,34 = Rp. 0,719
  
2. Pemberian nutrisi
  - Harga nutrisi A = Rp. 1.250.000
  - Harga nutrisi B = Rp. 1.250.000
  - Total harga nutrisi A dan B = Rp. 2.500.000
  - Kebutuhan nutrisi per siklus = 2 x Rp. 2.500.000 = Rp. 5.000.000
  - 1 hari = Rp. 5.000.000 / 30 hari = Rp. 166.666
  - 1 *hole* tanaman per hari = pemakaian per hari / kapasitas total *hole*
  - = Rp. 166.666 / 38.556
  - = Rp. 4,32 / hari
  - 1 *hole* tanaman per budi daya = Rp. 4,32 x 30 hari = Rp. 129,6
  - 33,34 gram tanaman / *hole* = Rp. 129,6 / *hole*
  - 1 gram tanaman = Rp. 129,6 / 33,34 = Rp. 3,880
  
3. Pemakaian *rockwool*
  - Harga *rockwool* per 12.000 *hole* = Rp. 1.250.000
  - Harga *rockwool* per *hole* = Rp. 1.215.000 / 12.000
  - = Rp. 101,25 / *hole*
  - 33,34 gram tanaman / *hole* = Rp. 101,25 / *hole*
  - 1 gram tanaman = Rp. 101,25 / 33,34 = Rp. 3,036
  
4. Pemakaian *net pot*
  - 1 *net pot* = Rp. 350
  - Umur ekonomis = 3 tahun = 365 hari x 3 = 1.095 hari
  - Pemakaian *net pot* 1 *hole* per hari = Rp. 350 / 1.095 hari = Rp. 0,32 / hari
  
5. Biaya tenaga kerja
  - Biaya tenaga kerja per bulan = 2 orang x Rp. 60.000 x 30 hari
  - = Rp. 3.600.000

Biaya makan tenaga kerja = 2 orang x Rp. 10.000 x 30 hari  
 = Rp. 600.000  
 Total biaya tenaga kerja = Rp. 3.600.000 + Rp. 600.000  
 = Rp. 4.200.000 / bulan  
 Biaya tenaga kerja per *hole* total *hole* = Total biaya tenaga kerja/kapasitas  
 total *hole*  
 = Rp. 4.200.000 / 38.556  
 = Rp. 108 / bulan  
 Biaya tenaga per gram tanaman = Rp. 108 / 33,34  
 = Rp. 3,239

6. Pendirian *greenhouse*  
 Total biaya pendirian *greenhouse* (beserta irigasi) = Rp. 660.987.000  
 Umur ekonomis = 18 tahun = 18 x 365 hari = 6.570 hari  
 Total biaya per hari = total biaya pendirian GH / umur ekonomis  
 = Rp. 660.987.000 / 6.570 hari  
 = Rp. 100.606 / hari  
 Total biaya per *hole* = total biaya per hari / kapasitas total *hole*  
 = Rp. 100.606 / 38.556  
 = Rp. 2,6 / hari  
 Total biaya per gram tanaman = Rp. 2,6 / 33,34 = Rp. 0,077  
 Biaya GH untuk 1 gram tanaman per budidaya = Rp. 0,077 x 30 = Rp. 2,31 / budi daya
7. Penggunaan listrik dan air  
 1 bulan = Rp. 3.500.000  
 1 hari = Rp. 3.500.000 / 30 hari = Rp. 116.666 / hari  
 1 *hole* tanaman per hari = Rp. 116.666 / 38.556 *hole* = Rp. 3 / hari  
 1 gram tanaman per hari = Rp. 3 / 33,34 = Rp. 0,089  
 1 gram tanaman per budi daya = Rp. 0,089 x 30 = Rp. 2,699 / budi daya
8. Pengemasan  
 Untuk 1 *pack* produk kemasan 250 gram = Rp. 1.500  
 1 gram = Rp. 1500 / 250  
 = Rp. 6
9. Biaya operasional dan logistik  
 1 bulan = Rp. 3.500.000  
 1 hari = Rp. 3.500.000 / 30 hari = Rp. 116.666 / hari  
 1 gram tanaman per hari = Rp. 3 / 33,34 = Rp. 0,089  
 1 gram tanaman per budi daya = Rp. 0,089 x 30 = Rp. 2,699 / budi daya
10. Biaya pestisida nabati  
 1 bulan = Rp. 500.000  
 1 hari = Rp. 500.000 / 30 hari = Rp. 16.666 / hari  
 1 *hole* tanaman per hari = Rp. 16.666 / 38.556 *hole* = Rp. 0,43 / hari  
 1 gram tanaman per hari = Rp. 0,43 / 33,34 = Rp. 0,012  
 1 gram tanaman per budi daya = Rp. 0,089 x 30 = Rp. 0,386 / budi daya

**Biaya produksi per gram tanaman sebelum penerapan pestisida**

$\Sigma$ biaya produksi per gram tanaman=

biaya penggunaan benih + pemberian nutrisi + pemakaian *rockwool* + pemakaian *net pot* + tenaga kerja + pendirian *greenhouse* + listrik dan air + pengemasan + operasional dan logistik

$\Sigma$ biaya produksi per *hole* tanaman

= 0,719 + 3,880 + 3,036 + 0,32 + 3,239 + 0,077 + 2,699 + 6 + 2,699

= Rp. 22,669

**Keuntungan per gram sebelum penerapan pestisida nabati**

Keuntungan = harga jual per *hole* tanaman – biaya produksi per gram

= Rp. 80 – Rp. 22,669

= Rp. 57,331

**Biaya produksi per gram tanaman setelah penerapan pestisida**

$\Sigma$ biaya produksi per gram tanaman=

biaya penggunaan benih + pemberian nutrisi + pemakaian *rockwool* + pemakaian *net pot* + tenaga kerja + pendirian *greenhouse* + listrik dan air + pengemasan + operasional dan logistic + pestisida nabati

$\Sigma$ biaya produksi per gram tanaman

= 0,719 + 3,880 + 3,036 + 0,32 + 3,239 + 0,077 + 2,699 + 6 + 2,699 + 0,386

= Rp. 23,055

**Keuntungan per gram tanaman setelah penerapan pestisida nabati**

Keuntungan = harga jual per gram tanaman – biaya produksi per gram

= Rp. 80 – Rp. 23,055

= Rp.56,945