

**PENGARUH CAMPURAN NUTRISI AB MIX DAN LIMBAH CAIR
KELAPA SAWIT TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKTIVITAS
PAKCOY (*Brassica rapa L*) DENGAN METODE HIDROPONIK SISTEM
Sumbu**

(SKRIPSI)

Oleh:

RADILA BERLIANA



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2024

**PENGARUH CAMPURAN NUTRISI AB MIX DAN LIMBAH CAIR
KELAPA SAWIT TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKTIVITAS
PAKCOY (*Brassica rapa L*) DENGAN METODE HIDROPONIK SISTEM
SUMBU**

Oleh

Radila Berliana

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar

SARJANA TEKNIK

pada

Jurusan Teknik Pertanian

Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG**

2024

ABSTRACT

EFFECT OF AB MIX AND PALM OIL MILL EFFLUENT MIXTURE ON THE GROWTH AND PRODUCTIVITY OF PAKCOY (*Brassica rapa L*) IN WICK SYSTEM OF HYDROPONIC

By

Radila Berliana

The need for food for humans such as vegetables and fruits increases with the development of the population, but this is not accompanied by the growth of land which is getting narrower. Hydroponic farming is used to utilize land that is not too large. Agricultural industries such as CPO industry discharge large amount of wastewater containing nutrients valuable for plant fertilizers. Hydroponic farming, on the otherhand, needs AB mix nutrient which is relatively costly. Treated palm oil mill effluent (POME) is very potential to be used for substitution of AB mix. This study aims to test the POME and AB mix mixture on the hydroponic pakcoy using wick system.

A factorial Completely Randomized Design (CRD) using 2 factors consisting of Waste (L) and POME Mixture (CP). The Waste (L) factor consists of 2 levels, namely pond 3 effluent and pond 4 effluent. The AB mix Mixture (CP) factor consists of 5 POME proportion levels, namely 0%, 25%, 50%, 75% and 100%, each treatment combination is replicated 3 times to get 30 experimental units.

The results showed that POME addition significantly reduced growth and yield of pakcoy based on almost all parameters (plant height, number of leaves, canopy area, harvest weight, root length, dry weight, ash content, water consumption,

and water productivity) investigated. The external waste of aerobic pools 3 and 4 does not differ significantly from all parameters. The best treatment is found in the CP0 treatment, 100% AB Mix. With a plant height of 27.3 cm, the number of leaves is 17 pieces, the canopy area is 1063.2 cm², the harvest weight is 118.3 grams, the root length is 26.5 cm, the dry weight is 5.36 grams, the ash content is 6.65%, the water consumption is 1662 ml, and the water productivity is 71.3 g/L.

In conclusion, Addition of POME by 25% or more tended to adversely affect the growth and yield of pakcoy. This finding implied that the use of POME as the substitution of hydroponic nutrient should not be more than 25%.

Keywords: hydroponics, wick system, pakcoy, AB Mix, palm oil liquid waste

ABSTRAK

PENGARUH CAMPURAN NUTRISI AB MIX DAN LIMBAH CAIR KELAPA SAWIT TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKTIVITAS PAKCOY (*Brassica rapa L*) DENGAN METODE HIDROPONIK SISTEM SUMBU

Oleh

Radila Berliana

Kebutuhan pangan bagi manusia seperti sayuran dan buah-buahan meningkat dengan seiring perkembangan jumlah penduduk, tetapi hal tersebut tidak dibarengi dengan pertumbuhan lahan yang justru semakin sempit. Bercocok tanam dengan hidroponik dipakai untuk memanfaatkan lahan yang tidak terlalu luas. Industri pertanian seperti industri CPO membuang air limbah dalam jumlah besar yang mengandung unsur hara yang berharga untuk pupuk tanaman. Di sisi lain, pertanian hidroponik membutuhkan nutrisi AB Mix yang relatif mahal. Limbah cair kelapa sawit (POME) sangat potensial untuk digunakan sebagai pengganti AB Mix. Penelitian ini bertujuan untuk menguji campuran POME dan AB Mix pada pakcoy hidroponik menggunakan sistem sumbu.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial menggunakan 2 faktor yang terdiri dari Limbah (L) dan Campuran POME (CP). Faktor Limbah (L) terdiri dari 2 taraf yaitu limbah kolam 3 dan limbah kolam 4. Faktor Campuran POME (CP) terdiri dari 5 taraf proporsi POME, yaitu 0%, 25%, 50%, 75% dan 100%, masing-masing kombinasi perlakuan diulang 3 kali sehingga diperoleh 30 unit percobaan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan POME secara signifikan menurunkan pertumbuhan dan hasil pakcoy berdasarkan hampir semua parameter (tinggi tanaman, jumlah daun, luas kanopi, berat panen, panjang akar, berat kering, kadar abu, konsumsi air, dan produktivitas air). Limbah luaran kolam aerobik 3 dan 4 tidak berbeda secara signifikan terhadap semua parameter. Perlakuan terbaik terdapat pada CP0 atau 100% AB Mix. Dengan tinggi tanaman mencapai 27,3 cm, jumlah daun 17 helai, luas kanopi 1063,2 cm², berat panen 118,3 gram, panjang akar 26,5 cm, berat kering 5,36 gram, kadar abu 6,65%, konsumsi air 1662 ml, dan produktivitas air sebesar 71,3 g/L

Kesimpulannya, Penambahan POME sebesar 25% atau lebih cenderung berdampak buruk pada pertumbuhan dan hasil panen pakcoy. Temuan ini menunjukkan bahwa penggunaan POME sebagai pengganti nutrisi hidroponik tidak boleh lebih dari 25%.

Kata kunci: hidroponik, sistem sumbu, pakcoy, AB Mix, limbah cair kelapa sawit

Judul Skripsi : **PENGARUH CAMPURAN NUTRISI AB MIX
DAN LIMBAH CAIR KELAPA SAWIT
TERHADAP PERTUMBUHAN DAN
PRODUKTIVITAS PAKCOY (*Brassica rapa L*)
DENGAN METODE HIDROPONIK SISTEM
SUMBU**

Nama Mahasiswa : **Radila Berliana**

Nomor Induk Mahasiswa : **2014071052**

Program Studi : **Teknik Pertanian**

Fakultas : **Pertanian**



MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc.

NIP.196112111987031004

Ahmad Tusi, S.TP., M.Si., Ph.D

NIP.198106132005011001

2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian

Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si.

NIP.196210101989021002

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua

: Prof. Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc.



Sekretaris

: Ahmad Tusi, S.TP., M.Si., Ph.D.



Penguji

Bukan pembimbing

: Prof. Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P.

NIP. 196411191989021002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 12 September 2024

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah Radila Berliana NPM 2014071052. Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh komisi pembimbing, **Prof. Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc.** dan **Ahmad Tusi, S.TP., M.Si., Ph.D** berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan sumber lain (buku, jurnal,dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, 03 Oktober 2024

Yang membuat pernyataan



Radila Berliana

2014071052

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bogor, Jawa Barat pada hari Jum'at tanggal 03 Oktober 2003. Penulis merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara, putri dari pasangan Bapak Anda Suhandana dan Ibu Yanah. Penulis menyelesaikan Pendidikan di Sekolah Dasar Negeri (SDN) 03 Cigudeg pada tahun 2008-2014, Sekolah Menengah Pertama (SMP) 1 Cigudeg pada tahun 2014-2017 dan Madrasah Aliyah Negeri (MAN) 2 Bogor pada tahun 2017-2020.

Penulis terdaftar sebagai Mahasiswa S1 Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2020 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswa, pada bidang akademik penulis pernah menjadi Asistem Praktikum mata kuliah Fisika Dasar pada Tahun 2022, 2023, dan pada tahun 2024. Penulis juga aktif menjadi anggota di organisasi Persatuan Mahasiswa Teknik Pertanian (PERMATEP).

Pada bulan Januari hingga Februari 2023, penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Periode 1 Tahun 2023 selama 40 hari di Desa Tanjung Jati, Kecamatan Lemong, Kabupaten Pesisir Barat. Selain itu pada tanggal 03 Juli hingga 11 Agustus 2023, penulis telah melaksanakan Praktik Umum (PU) di Badan Standardisasi Instrumen Pertanian (BSIP) Tanaman Industri dan Penyegar, Sukabumi, Jawa Barat dengan Judul "Mempelajari Proses Pembibitan Tanaman Kemiri Sunan (*reutealis trisperma/blanco airy saw*) di BPSI Tanaman Industri dan Penyegar, Sukabumi, Jawa Barat"

SANWACANA

Puji Syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan hidayah-nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Praktik Umum ini. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW beserta keluarga, sahabat, dan pengikutnya hingga akhir zaman.

Skripsi yang berjudul **“PENGARUH CAMPURAN NUTRISI AB MIX DAN LIMBAH CAIR KELAPA SAWIT TERHADAP PERTUMBUHAN DAN PRODUKTIVITAS PAKCOY (*Brassica rapa L*) DENGAN METODE HIDROPONIK SISTEM SUMBU”** merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T) di Universitas Lampung. Pada kesempatan ini penulis berterimakasih kepada:

1. Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, M.P., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung;
2. Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Sugeng Triyono, M.Sc., selaku pembimbing pertama dan pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan, masukan, dan saran dalam penyelesaian skripsi;
4. Bapak Ahmad Tusi, S.TP., M.Sc., Ph.D., selaku pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan, masukan, dan motivasi dalam penyelesaian skripsi ini;
5. Bapak Prof. Dr. Ir. Agus Haryanto, M.P., selaku pembahas yang memberikan bimbingan, dukungan, motivasi, dan saran sebagai perbaikan skripsi ini;

6. Mamah tercinta dan abang-abangku yang telah memberikan do'a, semangat, dan dukungan untuk penulis demi kelancaran perkuliahan selama ini;
7. Tim sepekerjaan Divia Laila Zuleika dan Taruli Situmorang yang sudah kebersamaian selama penelitian;
8. Teman-teman penulis, Anggun Clarisa Amalia, Yuni Silviani, Intan Nuraini, Rendi Kurniawan, Fitriasia Aura Ramadhanti yang telah membantu, kebersamaian dan mendukung penulis selama perkuliahan hingga akhir masa perkuliahan;
9. Sahabat penulis sejak maba, Pipit Indah Pratiwi. Terimakasih telah membantu, kebersamaian, dan memberikan banyak saran dari awal masuk kuliah hingga akhir masa perkuliahan;
10. Sahabat penulis sejak SMA, Holisah Maharani. Terima kasih telah mendengarkan keluh kesah, suka duka, serta memberikan banyak saran dan motivasi untuk penulis dari awal perkuliahan sampai penulis bisa menyelesaikan perkuliahan ini;
11. Keluarga Besar Teknik Pertanian 2020 yang telah membantu dalam proses perkuliahan dan penelitian.

Bandarlampung, Oktober 2024

Penulis,

Radila Berliana

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	v
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Hipotesis Penelitian.....	4
1.4 Tujuan penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Batasan Masalah.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Pakcoy	6
2.2 Hidroponik	8
2.2.1 Hidroponik Sistem Sumbu	9
2.3 Nutrisi AB Mix.....	10
2.4 Pupuk Organik.....	11
2.4.1 Pupuk Organik Cair.....	11
2.5 Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit.....	12
2.6 Electrical Conductivity (EC).....	14
2.7 pH.....	15
III. METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	17
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	17
3.3 Metode penelitian	18

3.4 Pelaksanaan Penelitian	20
3.4.1 Persiapan Alat dan Bahan.....	21
3.4.2 Pembuatan Media dan AB Mix.....	22
3.4.3 Penyiapan Limbah Cair Kelapa Sawit	22
3.4.4 Perhitungan EC	22
3.4.5 Penanaman	24
3.4.6 Perawatan dan Pengamatan Tanaman	24
3.4.7 Pemanenan	27
3.5 Analisis Data	27
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 EC Larutan	28
4.2 Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy.....	29
4.2.1 Tinggi Tanaman	29
4.2.2 Jumlah Daun.....	33
4.2.3 Luas Kanopi	37
4.2.4 Bobot Segar Tajuk	40
4.2.5 Panjang Akar	43
4.2.6 Bobot Kering Tajuk.....	45
4.2.7 Kadar Air.....	48
4.2.8 Kadar Abu	50
4.3 Konsumsi Air Tanaman	52
4.4 Produktivitas Air (g/L).....	55
V. KESIMPULAN	58
5.1 Kesimpulan.....	58
5.2 Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	65

DAFTAR TABEL

Tabel	Teks	Halaman
1.	Kandungan zat gizi dalam 100gram pakcoy.....	8
2.	Karakteristik limbah cair kelapa sawit.....	13
3.	Baku mutu limbah cair industri kelapa sawit.....	13
4.	Kebutuhan EC dari beberapa tanaman.....	15
5.	Nilai pH optimum bagi beberapa tanaman	16
6.	Kombinasi perlakuan RAL	19
7.	Tata letak percobaan	19
8.	Karakteristik limbah cair kelapa sawit.....	22
9.	Nilai EC larutan setelah pencampuran.....	23
10.	Pengukuran pH larutan.....	23
11.	Pengukuran kandungan total nitrogen (mg/L)	23
12.	Uji ANOVA pengaruh Limbah (L) dan Campuran POME (CP) terhadap tinggi tanaman pakcoy	31
13.	Uji ANOVA pengaruh Limbah (L) dan Campuran POME (CP) terhadap jumlah daun tanaman pakcoy	35
14.	Uji ANOVA pengaruh Limbah (L) dan Campuran POME (CP) terhadap luas kanopi daun tanaman pakcoy.....	38
15.	Uji ANOVA pengaruh Limbah (L) dan Campuran POME (CP) terhadap bobot segar tajuk tanaman pakcoy	41
16.	Uji ANOVA pengaruh Limbah (L) dan Campuran POME (CP) terhadap panjang akar tanaman pakcoy	44
17.	Uji ANOVA pengaruh Limbah (L) dan Campuran POME (CP) terhadap bobot kering tajuk tanaman pakcoy	46
18.	Uji ANOVA pengaruh Limbah (L) dan Campuran POME (CP) terhadap kadar air tanaman pakcoy.....	49
19.	Uji ANOVA pengaruh Limbah (L) dan Campuran POME (CP) terhadap kadar abu tanaman pakcoy.	51

20. Uji ANOVA pengaruh Limbah (L) dan Campuran POME (CP) terhadap konsumsi air tanaman pakcoy	53
21. Uji ANOVA pengaruh Limbah (L) dan Campuran POME (CP) terhadap produktivitas air.....	56

lampiran

22. Uji ANOVA pengaruh limbah dan campuran POME terhadap pertumbuhan tinggi tanaman (cm) pada 40 HST	66
23. Uji ANOVA pengaruh limbah dan campuran POME terhadap jumlah daun (helai) pada 40 HST	66
24. Uji ANOVA pengaruh limbah dan campuran POME terhadap luas kanopi daun (cm ²) pada 40 HST	66
25. Uji ANOVA pengaruh limbah dan campuran POME terhadap bobot segar tajuk (gram)	67
26. Uji ANOVA pengaruh limbah dan campuran POME terhadap panjang akar (cm)	67
27. Uji ANOVA pengaruh limbah dan campuran POME terhadap bobot kering tajuk (gram)	67
28. Uji ANOVA pengaruh limbah dan campuran POME terhadap kadar air (%)	68
29. Uji ANOVA pengaruh limbah dan campuran POME terhadap kadar abu (%).....	68
30. Uji ANOVA pengaruh limbah dan campuran POME terhadap konsumsi air tanaman (ml).....	68
31. Uji ANOVA pengaruh limbah dan campuran POME terhadap produktivitas air (g/L)	69
32. Data kadar abu (%)	69
33. Data bobot kering tajuk (gram).....	69
34. Data bobot panen (gram)	70
35. Data panjang akar (cm).....	70
36. Data tinggi tanaman (cm).....	71
37. Data jumlah daun (helai).....	72
38. Data luas kanopi (%).....	73
39. Data luas kanopi (cm ²)	74
40. Data kadar air (%)	75
41. Data pengukuran EC larutan ($\mu\text{S}/\text{cm}$).....	76
42. konsumsi air (ml)	77
43. Produktivitas air (g/L).....	83

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Teks	Halaman
1.	Pakcoy.....	7
2.	Hidroponik wick system	10
3.	Kolam pengambilan limbah.....	18
4.	Ilustrasi tata letak percobaan.....	20
5.	Ilustrasi sistem hidroponik sistem sumbu	20
6.	Prosedur kerja penelitian.....	21
7.	Pengaruh Campuran POME dan Limbah luaran kolam anaerobik 3 terhadap tinggi tanaman pakcoy selama 40 hari	29
8.	Pengaruh Campuran POME dan Limbah luaran kolam anaerobik 4 terhadap tinggi tanaman pakcoy selama 40 hari	30
9.	Uji lanjut BNT pada faktor Campuran POME (CP) terhadap tinggi tanaman pakcoy selama 40 hari	31
10.	Pengaruh Campuran POME dan Limbah luaran kolam anaerobik 3 terhadap jumlah daun tanaman pakcoy selama 40 hari.....	33
11.	Pengaruh Campuran POME dan Limbah luaran kolam anaerobik 4 terhadap jumlah daun tanaman pakcoy selama 40 hari.....	34
12.	Uji lanjut BNT pada faktor Campuran POME (CP) terhadap jumlah daun tanaman pakcoy selama 40 hari	35
13.	Pengaruh Campuran POME dan Limbah luaran kolam anaerobik 3 terhadap luas kanopi daun tanaman pakcoy selama 40 hari	37
14.	Pengaruh Campuran POME dan Limbah luaran kolam anaerobik 4 terhadap luas kanopi daun tanaman pakcoy selama 40 hari	37
15.	Uji lanjut BNT Campuran POME (CP) terhadap luas kanopi daun tanaman pakcoy selama 40 hari	39
16.	Pengaruh Campuran POME dan Limbah luaran kolam anaerobik 3 dan 4 terhadap bobot segar tajuk tanaman pakcoy	40
17.	Uji lanjut BNT pada faktor Campuran POME (CP) terhadap bobot segar tajuk tanaman pakcoy selama 40 hari.....	42

18.	Pengaruh Campuran POME dan Limbah luaran kolam anaerobik 3 dan 4 terhadap panjang akar tanaman pakcoy	43
19.	Uji lanjut BNT pada faktor Campuran POME (CP) terhadap panjang akar tanaman pakcoy selama 40 hari	44
20.	Pengaruh Campuran POME dan Limbah luaran kolam anaerobik 3 dan 4 terhadap bobot kering tajuk tanaman pakcoy selama pengovenan	45
21.	Uji lanjut BNT pada faktor Campuran POME (CP) terhadap bobot kering tanaman pakcoy selama pengovenan	47
22.	Pengaruh Campuran POME dan Limbah luaran kolam anaerobik 3 dan 4 terhadap kadar air tanaman pakcoy	48
23.	Uji lanjut BNT pada faktor Campuran POME (CP) terhadap kadar air tanaman pakcoy	49
24.	Pengaruh Campuran POME dan Limbah luaran kolam anaerobik 3 dan 4 terhadap kadar abu selama proses pengabuan	50
25.	Uji lanjut BNT pada faktor Campuran POME (CP) terhadap kadar abu tanaman pakcoy selama pengabuan	51
26.	Konsumsi air harian (ml/hari)	52
27.	Grafik kumulatif konsumsi air harian (ml/hari)	53
28.	Uji lanjut BNT pada faktor Campuran POME (CP) terhadap konsumsi air	54
29.	Produktivitas air tanaman pakcoy	55
30.	Uji lanjut BNT pada faktor Campuran POME (CP) terhadap produktivitas air	56

lampiran

31.	Pembuatan media hidroponik	84
32.	Larutan AB Mix stock A dan B	84
33.	Semaian tanaman pakcoy	85
34.	Semaian usia 14 hari yang sudah siap dipindah tanam	85
35.	Pengukuran EC larutan AB Mix	86
36.	Pindah tanam tanaman pakcoy ke media hidroponik	86
37.	Pengaplikasian limbah ke tanaman	87
38.	Pengukuran tinggi tanamann	87
39.	Hasil panen tanaman pakcoy 40 HST	88
40.	Pengukuran luas kanopi	89
41.	Penimbangan bobot panen	89
42.	Pengukuran panjang akar	90
43.	Penimbangan bobot kering	90
44.	Sampel sebelum di tanur	91
45.	Sampel sesudah di tanur	91

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertanian merupakan sektor yang sangat penting bagi masyarakat Indonesia. Sektor pertanian merupakan sumber penghasilan bagi beberapa masyarakat, karena sebagian besar kawasan Indonesia merupakan lahan pertanian. Para petani biasanya menggunakan tanah untuk media dalam mengembangkan hasil pertaniannya. Melihat banyaknya lahan yang tidak dipakai oleh masyarakat untuk lahan pertanian, maka saat ini ada beberapa cara lain untuk memanfaatkan lahan sempit sebagai usaha untuk mengembangkan hasil pertanian, salah satunya yaitu dengan cara bercocok tanam secara hidroponik (Roidah, 2014). Menurut Badan Pusat Statistik luas lahan pertanian mengalami penurunan 0,019% dari total luas tahun sebelumnya yaitu sekitar 10,66 juta hektar pada tahun 2020.

Kebutuhan pangan bagi manusia seperti sayuran dan buah-buahan pun semakin meningkat dengan seiring perkembangan jumlah penduduk. Namun hal tersebut tidak dibarengi dengan pertumbuhan lahan pertanian yang justru semakin sempit. Cara bercocok tanam secara hidroponik sebenarnya sudah banyak dipakai oleh beberapa masyarakat untuk memanfaatkan lahan yang tidak terlalu luas. Hidroponik memiliki pengertian secara bebas yaitu teknik bercocok tanam menggunakan media air (Dewantoro, 2012), dengan menekankan pada pemenuhan kebutuhan nutrisi bagi tanaman, atau dalam pengertian sehari-hari bercocok tanam tanpa tanah. Bercocok tanam dengan hidroponik memiliki beberapa keuntungan, antara lain tanaman lebih bersih, terutama sayur-sayuran,

tanaman lebih mudah terkontrol, media dapat diganti dengan arang sekam, sabut kelapa bahkan *rock wall* (Indrawati dkk., 2012)

Salah satu system hidroponik yang mudah dan sederhana adalah system wick (sumbu). Dalam system hidroponik ini, sumbu untuk alat penyaluran nutrisi untuk tanaman pada media tanaman. Air dan nutrisi akan dapat mencapai akar tanaman dengan memanfaatkan daya kapilaritas pada sumbu. Sistem ini bersifat pasif, dikarenakan tidak adanya bagian yang bergerak pada media ini. Hidroponik wick sistem tidak memerlukan sumber daya listrik, jumlah pupuk dan pengairannya mudah dikontrol. Salah satu tanaman yang biasa ditanam dengan system hidroponik adalah pakcoy.

Pakcoy (*Brassica rapa. L*) merupakan salah satu sayuran yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Tanaman ini juga dapat tumbuh di dataran tinggi dan dataran rendah. Pakcoy banyak diminati sebagai sayuran karena kandungan gizi yang tinggi dan rasanya yang enak. Kandungan gizi yang terkandung dalam 100 g pakcoy adalah protein 2,39 mg, lemak 0,39 mg, karbohidrat 4,09 mg, kalsium 220 mg, fosfor, 38 mg besi dan vitamin C 102 mg (Oey, 1992). Petani di Indonesia masih belum mampu meningkatkan produktivitas tanaman pakcoy. Hal ini terlihat pada data Badan Pusat Statistik (2022) produksi sayuran pakcoy pada tahun 2017 sebesar 61,113 ton, tahun 2018 sebesar 61,047 ton, dan pada tahun 2019 sebesar 60,871 ton. Dari tahun 2017-2019 produksi sayuran pakcoy di Indonesia mengalami penurunan. Produktivitas tanaman pakcoy belum tercapai karena teknik budidaya yang kurang intensif, iklim yang kurang mendukung dan kesuburan tanah yang rendah. Menurunnya kesuburan tanah disebabkan oleh penggunaan pupuk anorganik yang terus menerus dan input bahan organik yang rendah (Laude dkk, 2021).

Peningkatan produktivitas tanaman pakcoy bisa dilakukan dengan pemberian nutrisi. Faktor nutrisi adalah penentu keberhasilan dalam bercocok tanam sistem hidroponik (Perwitasari dkk., 2012). Larutan nutrisi tersebut mengandung 6 unsur makro dan unsur mikro. Unsur makro terdiri atas N, P, K, Ca, Mg dan S sedangkan unsur mikro terdiri atas Fe, Cl, Mn, Cu, Zn, B dan Mo. Selain

pemberian nutrisi, pemberian pupuk juga menjadi faktor keberhasilan bercocok tanam sistem hidroponik.

Pupuk organik cair mengandung unsur hara, posfor, nitrogen, dan kalium yang dibutuhkan oleh tanaman serta dapat memperbaiki unsur hara dalam tanah. Pupuk organik cair merupakan salah satu bahan yang sangat penting dalam upaya memperbaiki kesuburan tanah secara aman, dalam arti produk pertanian yang dihasilkan terbebas dari bahan-bahan kimia yang berbahaya bagi kesehatan manusia sehingga aman dikonsumsi (Kurniawan dkk, 2017). Salah satu pupuk organik cair yaitu limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS).

Pupuk organik cair adalah larutan dari hasil pembusukan bahan-bahan organik yang bahan dasarnya berasal dari hewan atau tumbuhan yang sudah mengalami fermentasi dan bentuk produknya berupa cairan. Pupuk cair lebih mudah diaplikasikan ke tanaman karena unsur-unsur di dalamnya terurai dan jumlahnya tidak terlalu banyak, sehingga manfaatnya lebih cepat terasa. Bahan baku pupuk cair dapat diperoleh dari pupuk padat dengan cara direndam. Setelah beberapa minggu dan beberapa kali perlakuan, air rendaman dapat digunakan sebagai pupuk cair, sedangkan limbahnya dapat digunakan sebagai kompos (Pancapalaga, 2011)

LCPKS merupakan limbah terbanyak yang dihasilkan PKS diantara berbagai jenis limbah. LCPKS bersifat negatif apabila tidak diolah dengan baik karena dapat mencemari lingkungan khususnya sungai. Pencemaran lingkungan dapat dicegah dengan mengolah LCPKS di kolam pengolahan limbah (Banuwa dan Pulung, 2008). Tujuannya untuk menurunkan kandungan bahan berbahaya dan beracun (B3) di LCPKS.

Penerapan LCPKS merupakan upaya untuk mendaur ulang sebagian unsur hara yang terbawa selama proses pemanenan TBS, sehingga mengurangi biaya pemupukan yang dinilai sangat mahal (Tambunan dkk, 2016)

Pengolahan limbah cair di pabrik kelapa sawit terdiri dari pengolahan fat pit atau minyak, pengolahan kolam pendingin, pengolahan kolam pengasaman,

pengolahan kolam pertumbuhan bakteri, pengolahan perombakan anaerob, pengolahan kolam aerob, pengolahan kolam sedimentasi dan land application.

Pengolahan limbah cair yang digunakan pada pabrik kelapa sawit dilakukan dengan kolam anaerob, cara ini memerlukan lahan yang cukup luas dan pengolahan yang cukup lama (Farida, 2009)

Limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) atau palm oil mill effluent (POME) merupakan salah satu jenis limbah organik agroindustri berupa air, minyak serta padatan organik yang merupakan hasil samping proses pengolahan tandan buah segar (TBS) kelapa sawit untuk menghasilkan crude palm oil (CPO). Dengan komposisi akan unsur hara (N, P dan K), maka limbah cair tersebut mempunyai potensi yang baik untuk menggantikan peran pupuk anorganik. Dengan memanfaatkan limbah cair tersebut untuk keperluan pemupukan, maka dengan sendirinya jumlah limbah cair yang masih harus diolah juga akan berkurang. (Rahardjo, 2006).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana perbandingan pertumbuhan tanaman pakcoy yang diberi nutrisi AB mix saja dengan tanaman yang diberi kombinasi nutrisi AB mix dan pupuk cair limbah kelapa sawit dalam sistem hidroponik wick?
2. Apakah pemberian nutrisi AB Mix dan pupuk cair limbah kelapa sawit berpengaruh pada kualitas hasil panen tanaman pakcoy?
3. Apa saja parameter pertumbuhan tanaman pakcoy yang dapat dipengaruhi oleh pemberian nutrisi AB Mix dan pupuk cair limbah kelapa sawit dalam system hidroponik wick?

1.3 Hipotesis Penelitian

Hipotesis pada penelitian ini adalah bahwa pemberian campuran limbah kelapa sawit mempengaruhi pertumbuhan dan produktivitas pakcoy (*Brassica rapa L*)

1.4 Tujuan penelitian

Mengetahui pengaruh campuran limbah cair kelapa sawit dan AB Mix terhadap pertumbuhan dan produktivitas tanaman pakcoy.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat mengurangi dampak lingkungan dari limbah cair kelapa sawit, dengan memanfaatkan limbah ini sebagai pupuk atau nutrisi untuk tanaman pakcoy, dapat membantu mengurangi jumlah limbah yang dibuang ke lingkungan.

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Menggunakan tanaman pakcoy (*Brassica rapa L*) dengan hidroponik wick system
2. Menggunakan nutrisi AB Mix dan pupuk limbah cair limbah kelapa sawit

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pakcoy

Pakchoy (*Brassica rapa L.*) adalah jenis tanaman sayur - sayuran termasuk dalam keluarga Brassicaceae. Tumbuhan pakcoy berasal dari China dan telah dibudidayakan setelah abad ke-5 secara luas di China serta Taiwan. Sayuran ini merupakan introduksi baru di Jepang dan masih sefamili dengan Chinese vegetable. Saat ini pakcoy dikembangkan secara luas di Filipina, Malaysia, Indonesia dan Thailand (Setiawan, 2017).

Sawi Pakcoy merupakan tanaman sayuran yang sangat dibutuhkan oleh manusia untuk memenuhi kebutuhan hidupnya. Hal ini disebabkan karena kandungan gizi pada sawi pakcoy yang terdiri dari vitamin dan mineral sangat berguna untuk mempertahankan kesehatan dan mencegah penyakit. Di Indonesia, kebutuhan pasar sayuran terutama sawi pakcoy dari tahun ke tahun meningkat. Tetapi tingkat produktivitas tanaman ini menurun. Salah satu penyebab rendahnya tingkat produktivitas tanaman ini akibat jenis pupuk yang digunakan oleh petani (Herdiansyah, dkk. 2018)

Akar tanaman pakcoy merupakan akar tunggang. Pakcoy bertangkai pendek dan beruas-ruas sehingga menjadi batang semu, pelepah daunnya tumbuh berdekatan dan saling menempel. Batang tanaman berwarna hijau muda berfungsi sebagai alat pembentuk dan penyangga daun tanaman. Daun tanaman pakcoy berbentuk lonjong, berwarna hijau tua. Struktur bunga pakcoy tersusun pada batang bunga

yang tumbuh panjang dan bercabang banyak.

Klasifikasi tanaman pakcoy adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisio : Spermatophyta
Kelas : Dicotyledonae
Ordo : Rhoadales
Famili : Brassicaceae
Genus : *Brassica*
Spesies : *Brassica rapa L*



Gambar 1. Pakcoy

Menurut data yang diterbitkan Direktorat Gizi Pertanian Kesehatan, komposisi zat-zat yang terkandung dalam setiap 100gram berat basah pakcoy adalah seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 1. Kandungan zat gizi dalam 100gram pakcoy

Zat Gizi	Jumlah Zat Gizi
Protein (g)	2,3
Lemak (g)	0,3
Karbohidrat (g)	4,0
Ca (mg)	220,0
P (mg)	38,0
Fe (mg)	2,9
Vitamin A (mg)	1.940,0
Vitamin B (mg)	0,09
Vitamin C (mg)	102

Sumber: Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI

Syarat tumbuh tanaman pakcoy adalah sebagai berikut:

1. Ketinggian tempat dalam budidaya tanaman pakcoy yaitu berkisar antara 500-1.200 mdpl, namun tanaman pakcoy juga dapat tumbuh diketinggian 100-500 mdpl dengan suhu 15°C- 35°C di dataran rendah dengan curah hujan lebih dari 200 mm/bulan.
2. Kelembaban udara yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman pakcoy berkisar antara 80%-90%
3. Pakcoy ditanam dengan kerapatan tinggi yaitu sekitar 20-25 tanaman/m². Pakcoy memiliki umur panen singkat, namun kualitas produk dapat dipertahankan selama 10 hari pada suhu 0 °C dan RH 95%.
4. Derajat keasaman (pH) tanah yang optimum untuk pertumbuhan pakcoy adalah antara 6-7 (Suhardianto dan Purnama, 2011)

2.2 Hidroponik

Hidroponik secara harfiah berarti *Hydro* = air, dan *phonic* = pengerjaan. Secara umum hidroponik yaitu sistem budidaya pertanian tanpa menggunakan tanah melainkan menggunakan air yang berisi larutan nutrisi. Budidaya hidroponik biasanya dilakukan di dalam rumah kaca atau *greenhouse* untuk menjaga

pertumbuhan tanaman secara optimal dan benar – benar terlindung dari pengaruh unsur luar seperti hujan, hama penyakit, iklim dan lain–lain.

Keunggulan system hdiroponik yaitu antara lain:

1. Kuantitas dan kualitas produk seperti bentuk, ukuran, rasa, warna, dan kebersihan dapat terjamin karena kebutuhan nutrisi tanaman diberikan secara terkendali dan efisien.
2. Waktu tanam dan panen tidak tergantung musim, sehingga dapat diatur sesuai dengan kebutuhan pasar.
3. Pertumbuhan tumbuhan dapat dikontrol.
4. Tanaman sangat jarang terserang hama dan penyakit (Roidah, 2014)

Kelemahan sistem hidroponik yaitu sebagai berikut:

1. Investasi awal yang terbilang mahal.
2. Ketersediaan dan pemeliharaan perangkat hidroponik yang sulit (Roidah, 2014)

2.2.1 Hidroponik Sistem Sumbu

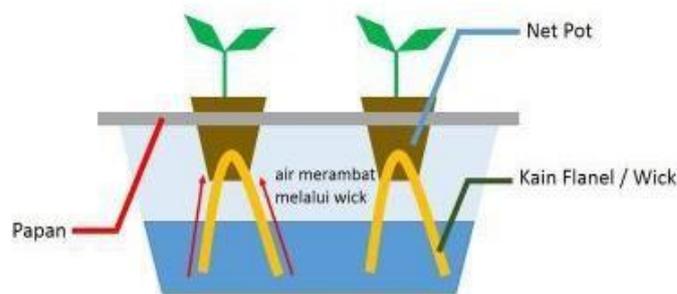
Ada beberapa teknik penanaman yang bisa digunakan dalam menanam secara hidroponik. Salah satunya adalah *wick system* atau sistem sumbu. Hidroponik sistem sumbu ini sistemnya yaitu menarik larutan nutrisi yang berada pada bak tempat penampungan nutrisi dengan menggunakan sumbu. Sistem ini merupakan sistem paling hemat energi, karena tidak memerlukan listrik untuk mengalirkan air, dan pengairannya sangat mudah dikontrol (Kristi, 2018)

Menurut Rommy dan Darso (2017) ada beberapa kelebihan dan kekurangan hidroponik sistem sumbu, yaitu:

- a. Kelebihan
 1. Mudah dalam perawatan tanaman karena tidak perlu penyiraman
 2. Biaya pembuatan yang relatif murah karena bahan yang digunakan bisa dari bahan limbah lingkungan seperti botol bekas.
 3. Tanaman dapat mensuplai air dan nutrisi secara continue.
 4. Tidak memerlukan listrik

b. Kekurangan

1. Penambahan nutrisi yang masih manual, sehingga perlunya mengontrol bak nutrisi untuk memastikan apakah nutrisi masih tersedia atau tidak
2. Boros dalam pemberian air dan nutrisi karena air dan nutrisi tidak kembali ke bak penampungan
3. Berpotensi menyimpang endapan karena air tidak bergerak.



Gambar 2. Hidroponik wick system

2.3 Nutrisi AB Mix

Keberhasilan budidaya dengan sistem hidroponik, tentunya sangat dipengaruhi oleh penggunaan larutan nutrisi. AB Mix adalah nutrisi hidroponik, yang terdiri dari stok A dan stok B. Nutrisi yang dibutuhkan untuk mendukung pertumbuhan tanaman diperoleh melalui pemberian larutan yang mengandung unsur makro dan unsur hara mikro. Nutrisi AB Mix terdiri dari pekatan A dan pekatan B yang nantinya diencerkan dengan perbandingan 1:1000. Menurut Nugraha (2014), AB Mix merupakan larutan hara yang terdiri dari stok A yang berisi unsur hara makro seperti N, P, K, S, Ca, dan Mg dan stok B berisi unsur hara mikro seperti Mn, Cu, Zn, Cl, Cu, Na dan Fe.

Dengan penggunaan dosis nutrisi AB Mix yang optimal, tentunya meningkatkan pertumbuhan tanaman dan mempercepat waktu panen. Jika diberikan dosis yang terlalu rendah, menyebabkan perkembangan akar menjadi terhambat, tetapi jika

diberikan dosis yang terlalu tinggi, mengakibatkan tanaman mengalami plasmolisis dan keracunan bagi tanaman (Sutedjo, 2010).

Setiap media tanam membutuhkan konsentrasi larutan AB Mix yang sesuai agar tanaman tidak mengalami kelebihan atau kekurangan nutrisi. Kekurangan nutrisi dapat menyebabkan produktivitas tanaman menurun, sedangkan kelebihan nutrisi dapat menghambat pertumbuhan tanaman dan biaya produksi menjadi semakin besar (Fahmi dkk, 2022)

Hochmuth et al. (2018) menyatakan setiap unsur hara memiliki peranannya masing-masing terhadap pertumbuhan tanaman. Contohnya, nitrogen berguna sebagai pembentuk sebagian besar tubuh tanaman. Fosfor berperan dalam transfer energi, asam nukleat, dan genetik pada sel tanaman. Kalium berguna sebagai pengaktif pada sebagian besar reaksi enzimatik, juga sebagai sel penjaga di sekitar stomata.

2.4 Pupuk Organik

Pupuk organik merupakan pupuk yang berasal dari tumbuhan mati, kotoran hewan atau bagian hewan dan limbah organik lainnya yang telah melalui proses rekayasa, berbentuk padat atau cair, dapat diperkaya dengan bahan mineral, atau mikroba yang bermanfaat untuk meningkatkan kandungan hara dan bahan organik tanah serta memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah (Permentan No.70/Permentan/SR.140/10/2011).

Pupuk organik dapat dibuat dari berbagai jenis bahan, antara lain sisa tanaman, seperti jerami, brangkasan, tongkol jagung, bagas tebu, sabut kelapa, serbuk gergaji, kotoran hewan, limbah media jamur, limbah pasar, limbah rumah tangga dan pabrik serta pupuk hijau. Oleh karena bahan dasar pembuatan pupuk organik sangat bervariasi, maka kualitas pupuk yang dihasilkan sangat beragam sesuai dengan kualitas bahan dasar dan proses pembuatannya.

2.4.1 Pupuk Organik Cair

Pupuk organik cair merupakan pupuk yang bahan dasarnya berasal dari hewan atau tumbuhan yang sudah mengalami fermentasi dan bentuk produknya berupa

cairan. Kandungan bahan kimia di dalamnya maksimum 5%. Pupuk organik cair berisi berbagai zat yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman.

Hadisuwito (2007) menyatakan pupuk organik cair sebagai pupuk larutan yang terdiri dari beberapa unsur hara sebagai hasil pembusukan bahan-bahan organik. Beberapa kelebihan pupuk organik cair dibandingkan dengan pupuk organik padat antara lain:

1. Mampu mengatasi defisiensi hara secara cepat;
2. Tidak masalah dalam pencucian hara;
3. Mampu menyediakan hara secara cepat bagi tanaman;
4. Memiliki bahan pengikat sehingga dapat langsung diserap tanaman;
5. Mengandung zat tertentu seperti mikroorganisme jarang terdapat dalam pupuk organik padat dalam bentuk kering.

2.5 Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit

Industri di bidang kelapa sawit banyak mengeluarkan residu hasil pengolahan seperti limbah cair dan limbah padat. Limbah cair yang dihasilkan berupa Palm Oil Mill Effluent atau POME, air buangan kondensat sebesar 8-12% dan air hasil pengolahan sebesar 13-23 (Djajadiningrat dan Femiola, 2004).

Menurut Siregar dan Liwang (2001) limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) mengandung Biological Oxygen Demand (BOD) yang masih segar sebesar 20.000- 60.000 mg/L sebagai bahan yang bisa mencemar apabila dibuang ke perairan bebas karena dapat berpotensi merusak lingkungan. Limbah cair ini bisa di jadikan sebagai sumber bahan organik karena mengandung sumber hara dan air yang berperan dalam memperbaiki beberapa sifat fisik tanah di antaranya kelembaban tanah, meningkatkan hasil tanaman.

Mengikuti peraturan yang berlaku, industri kelapa sawit membuat unit pengolahan air limbah sawit dengan bermacam teknik, yang umumnya bertipe lagoon. Upaya pengoperasian unit pengolahan air limbah sawit ini umumnya berhasil memperbaiki kualitas air limbah hingga layak dibuang ke sungai.

Tabel 2. Karakteristik limbah cair kelapa sawit

Parameter Mutu	Rebusan	Ekstraksi	Klarifikasi	Hidroksilon & boiler	Keseluruhan
pH	4-4,9	3,9-4,8	4,5	4,7-6,2	3,8-4,5
Suhu (°C)	30-88	36-77	30,0	30-70	30-75
Minyak+Gemuk (10 ³ mg/L)	1,1-6,1	6,8-8,5	7-8,5	0,8-1,6	0,2-8,6
TS (10 ³ mg/L)	6,0-38,5	31-47,5	45,8-60	1,1-2,6	11,5-67,9
TSS (10 ³ mg/L)	1,3-14,3	18,4-31	24,1-35	0,3-2,0	4,1-60,4
BOD (10 ³ mg/L)	5,5-27,0	16,8-30	20	1,1-2,0	10,3-47,5
COD (10 ³ mg/L)	10,3-52,5	45-64	47,9-60	0,6-3,6	15,6-53,6
Total P (mg/L)	42-320	230-330	1000	20-23	0-110
Total N (mg/L)	60-590	450-720	nd	20-26	80-1820

Sumber: Ngatirah (2017)

Tabel 3. Baku mutu limbah cair industri kelapa sawit

Parameter Mutu	Debit limbah maksimum sebesar 2,5 m ³ per ton CPO			
	Kadar Maksimum	Satuan	Beban Cemaran Maksimum	Satuan
pH				
Minyak & Lemak	25	mg/L	0,0631	kg/ton
TSS	250	mg/L	0,63	kg/ton
BOD	100	mg/L	0,25	kg/ton
COD	350	mg/L	0,88	kg/ton
Total N	50	mg/L	0,125	kg/ton

Sumber: Ngatirah (2017)

Pengelolaan limbah cair di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) PT.

Perkebunan Nusantara VII (persero) Unit Usaha Bekri menggunakan beberapa kolam. Kolam yang digunakan pada sistem ini terdiri dari kolam pengendapan pasir dan kotoran, kolam pengutipan minyak (fat pit), kolam pendinginan (cooling pond), kolam pengasaman, kolam anaerob, dan kolam aerob. Air limbah dari kolam aerob dan anaerob selanjutnya dapat langsung dialirkan langsung ke lingkungan melalui sungai Way Tipo dan Danau Bekri. Kolam anaerob terdiri dari 4 unit. Didalamnya terjadi perombakan bahan-bahan organik oleh mikroorganisme anaerob. Kolam anaerob I dan II merupakan kolam pengasaman. Pada kedua kolam ini dilakukan pembentukan asam-asam organik sedangkan

pembentukan metana lebih banyak pada kedua kolam berikutnya (III dan IV) (Mahfut, 2013)

2.6 Electrical Conductivity (EC)

Salah satu faktor keberhasilan budidaya tanaman dengan sistem hidroponik adalah kepekatan larutan nutrisi yang digunakan. Dalam budidaya hidroponik, kepekatan larutan nutrisi diukur dengan menggunakan alat yaitu EC meter. Unsur-unsur kimia yang terdapat dalam nutrisi hidroponik berupa kation dan anion. EC meter memiliki kutub negatif anoda dan kutub positif anoda. Kation dalam nutrisi akan mencari kutub negatif anoda, sedangkan anion dalam nutrisi akan mencari kutub positif anoda. Semakin pekat larutan maka daya hantar listrik semakin tinggi. Sehingga nilai EC dalam nutrisi merupakan gambaran banyaknya unsur hara yang terlarut dalam air dengan indikator penghantaran listrik. Jadi, semakin tinggi nilai EC maka semakin pekat larutan nutrisi (Sesanti dan Sismanto, 2016).

Electrical conductivity (EC) merupakan suatu kemampuan air sebagai penghantar listrik yang dipengaruhi oleh jumlah ion atau garam yang terlarut di dalam air. Semakin banyak garam yang terlarut semakin tinggi daya hantar listrik yang terjadi. EC merupakan pengukuran tidak langsung terhadap konsentrasi garam yang dapat digunakan untuk menentukan secara umum kesesuaian air untuk budidaya tanaman dan untuk memonitor konsentrasi larutan hara. Pengukuran EC dapat digunakan untuk mempertahankan target konsentrasi hara di zona perakaran yang merupakan alat untuk menentukan pemberian larutan hara kepada tanaman. Satuan pengukuran EC adalah millimhos per centimeter (mmhos/cm), millisiemens per centimeter (mS/cm) atau microsiemens per centimeter (μ S/cm) (Susila, 2013).

Electrical conductivity (EC) untuk sayuran daun berkisar 1.5-2.5 mS/cm. Pada EC yang tinggi, tanaman tidak dapat menyerap hara karena telah jenuh. Sehingga larutan hara hanya lewat tanpa diserap akar. Batasan jenuh untuk sayuran daun yaitu pada EC 4.2 mS/cm. Pertumbuhan tanaman akan terhambat bila EC melebihi batas jenuh (Sutiyoso, 2006).

Setiap jenis dan umur tanaman membutuhkan larutan EC yang berbeda-beda. Kebutuhan EC tersebut disesuaikan dengan fase pertumbuhan, yaitu ketika tanaman masih kecil, EC yang dibutuhkan juga kecil. Semakin meningkat umur tanaman semakin besar juga EC yang dibutuhkan. Kebutuhan EC juga dipengaruhi oleh kondisi cuaca, seperti suhu, kelembaban, dan penguapan. Jika cuaca terlalu panas, sebaiknya digunakan EC yang rendah (Rosliani dan Sumarni, 2005)

Tabel 4. Kebutuhan EC dari beberapa tanaman

Tanaman	EC (ms/cm)
Brokoli	3,0-3,5
Kubis	2,5-3,0
Cabai	1,8-2,2
Kubis Bunga	1,5-2,0
Seledri	2,5-3,0
Mentimun	1,0-2,5
Terung Jepang	2,5-3,5
Bawang Daun	2,0-3,0
Lettuce	2,0-3,0
Lettuce Head	0,9-1,6
Bawang Merah	2,0-3,0
Pakcoy	1,5-2,0
Bayam	1,4-1,8
Jagung Manis	1,6-2,5
Tomat	2,0-5,0
Zucchini	1,2-1,5
Kacang-kacangan	2,0-4,0

Sumber: Untung (2001)

2.7 pH

Komponen terpenting dalam menentukan kesuburan tumbuh dan berkembangnya tanaman hidroponik yaitu penyerapan larutan nutrisi yang terdapat dalam media air oleh akar tanaman. Nutrisi yang diberikan pada tanaman sangat berhubungan dengan pH air atau derajat keasaman air. Tingkat pH air akan mempengaruhi daya larut unsur hara pada tanaman yang berakibat pada kualitas kesuburan tumbuh dan kembang tanaman tersebut. Cara mempertahankan pH air media tanam hidroponik yang dilakukan selama ini masih dengan cara manual, yaitu dengan cara pengecekan secara terus menerus menggunakan pH meter. Hal ini dilakukan karena perubahan pH air dapat diakibatkan oleh suhu, kelembaban, dan juga laju aliran nutrisi. Suhu dan kelembaban merupakan faktor lingkungan, sedangkan laju aliran nutrisi ini bergantung pada sistem hidroponik (Putra dan Pambudi, 2017)

Nilai pH merupakan suatu kadar asam atau basa yang terdapat di dalam suatu larutan. Rentang nilai pH yaitu 1 – 14, apabila pH kurang dari 7 larutan bersifat asam, pH lebih besar dari 7 larutan bersifat basa dan pH sama dengan 7 maka larutan bersifat netral (Ihsanto dan Hidayat, 2014).

Budidaya tanaman hidroponik memiliki kriteria nilai pH yang berbeda-beda. Biasanya tanaman yang dibudidayakan memiliki tingkat kebutuhan nilai pH sendiri untuk penyerapan unsur hara yang dikandung oleh larutan nutrisi. Untuk tanaman pakcoy, nilai pH berada pada kisaran pH 6 - 7.

Tabel 5. Nilai pH optimum bagi beberapa tanaman

Tanaman	pH
Brokoli	6,0-6,8
Kubis	6,5-7,0
Cabai	6,0-6,5
Kubis Bunga	6,5-7,0
Seledri	6,0-6,5
Mentimun	5,5-6,0
Terung Jepang	5,8-6,2
Bawang Daun	6,5-7,0
Lettuce	6,0-6,5
Lettuce Head	6,0-6,5
Bawang Merah	6,0-7,0
Pakcoy	6,5-7,0
Bayam	6,0-7,0
Jagung Manis	6,0-6,5
Tomat	5,5-6,5
Zucchini	6,0-6,5
Kacang-kacangan	5,5-6,2

Sumber: Untung (2001)

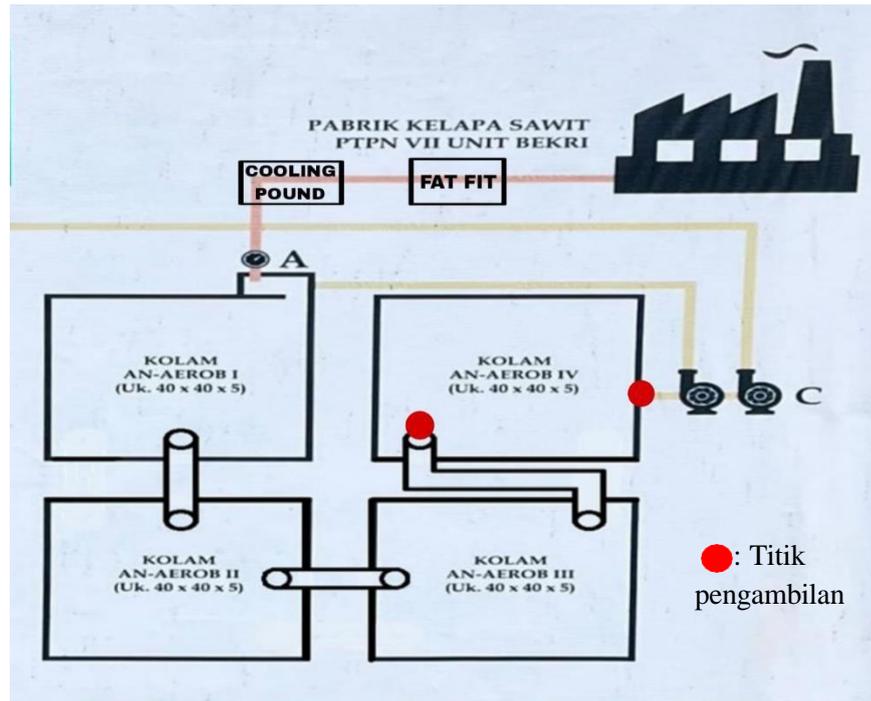
III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari hingga Maret 2024. Limbah kelapa sawit diambil dari Pabrik Kelapa Sawit Unit Bekri PTPN VII, di Lampung Tengah. Penanaman tanaman dilakukan di *Greenhouse* Laboratorium Lapang Terpadu Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Analisis data dilakukan di Laboratorium Rekayasa Sumber Daya Air dan Lahan (LRSDAL) Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah netpot, kain flanel, toples 1500 ml, rockwool, styrofoam, lem tembak, solder, terpal, alat semprot, paranet, nampan semaian, timbangan analitik, cawan, gelas ukur, aluminium foil, oven, tanur, penggaris, kamera, spidol, kamera. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah benih sayuran pakcoy, nutrisi AB Mix, dan limbah pabrik kelapa sawit yang diambil pada kolam luaran 3 dan luaran 4.



Gambar 3. Kolam pengambilan limbah

3.3 Metode penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu Rancangan Acak Lengkap dengan 2 faktor yang disusun secara faktorial dengan 3 kali ulangan. Faktor 1 Limbah (L) yang terdiri dari 2 taraf yaitu:

- a. L3 : limbah luaran kolam 3
- b. L4 : limbah luaran kolam 4

Faktor 2 Campuran POME (CP) yang terdiri dari 5 taraf:

- a. CP0: POME 0%
- b. CP25: POME 25% dan AB Mix 75%
- c. CP50: POME 50% dan AB Mix 50%
- a. CP75: POME 75% dan AB Mix 25%
- b. CP100: POME 100%

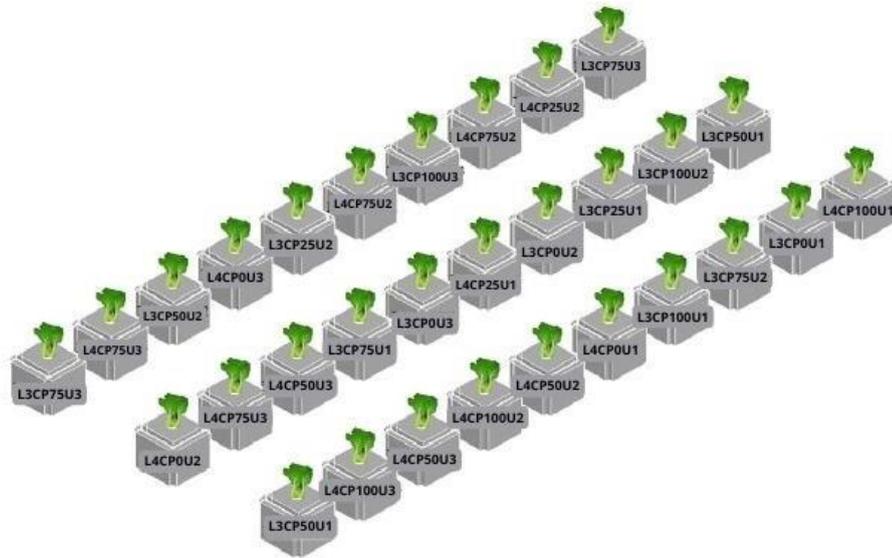
Maka masing-masing perlakuan akan diulang sebanyak 3 kali dengan total 30 satuan percobaan.

Tabel 6. Kombinasi perlakuan RAL

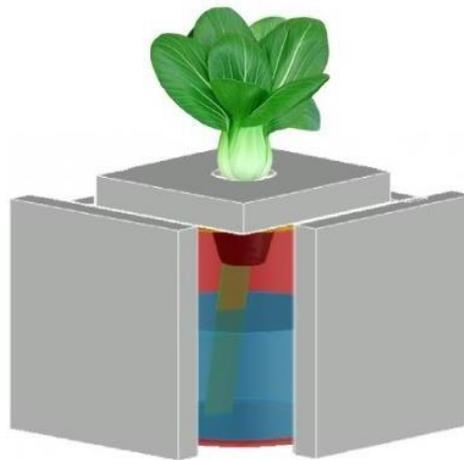
LIMBAH	CAMPURAN POME (%)	ULANGAN		
		U 1	U 2	U 3
L3	CP0	L3CP0U1	L3CP0U2	L3P0U3
	CP25	L3CP25U1	L3CP25U2	L3CP25U3
	CP50	L3CP50U1	L3CP50U2	L3CP50U3
	CP75	L3CP75U1	L3CP75U2	L3CP75U3
	CP100	L3CP100U1	L3CP100U2	L3CP100U3
L4	CP0	L4CP0U1	L4CP0U2	L4CP0U3
	CP25	L4CP25U1	L4CP25U2	L4CP25U3
	CP50	L4CP50U1	L4CP50U2	L4CP50U3
	CP75	L4CP75U1	L4CP75U2	L4CP75U3
	CP100	L4CP100U1	L4CP100U2	L4CP100U3

Tabel 7. Tata letak percobaan

L3CP7 5U3	L4CP7 5U3	L3CP0 U2	L4CP1 00U3	L3CP7 5U2	L4CP2 5U1	L3CP0U 3	L4CP2 5U2	L4CP7 5U2	L3CP2 5U3
L4CP1 00U2	L4CP2 5U3	L4CP5 0U3	L3CP2 5U1	L3CP1 00U3	L4CP7 5U1	L3CP10 00U2	L3CP7 5U1	L3CP0 U2	L3CP5 0U1
L3CP5 0U1	L4CP0 U3	L3CP5 0U3	L4CP0 U2	L4CP5 0U2	L4CP1 00U1	L3CP0U 1	L3CP2 5U2	L3CP1 00U1	L4CP0 U1



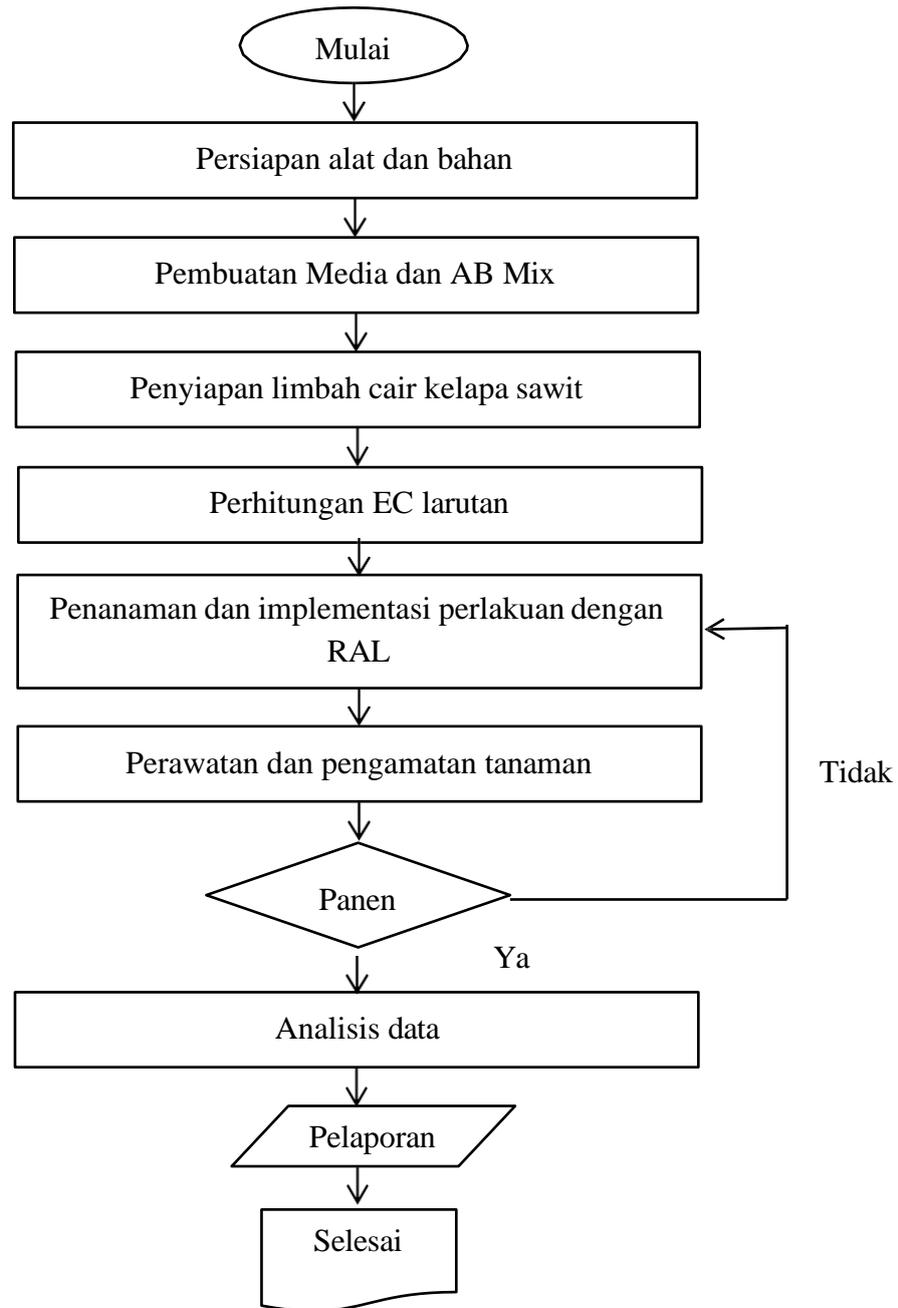
Gambar 4. Ilustrasi tata letak percobaan



Gambar 5. Ilustrasi sistem hidroponik sistem sumbu

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini terdiri dari tahapan utama yaitu persiapan alat dan bahan, pembuatan media hidroponik dan AB Mix, penyiapan POME, perhitungan EC larutan, penanaman, perawatan dan pengamatan tanaman, dan panen. Bagan alir penelitian disajikan pada Gambar 6. Berikut:



Gambar 6. Prosedur kerja penelitian

3.4.1 Persiapan Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah netpot, kain flanel, rockwool, toples 1500 ml, styrofoam, lem tembak, solder, terpal, alat semprot, penggaris, kamera. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah benih sayuran pakcoy, nutrisi AB Mix, dan air limbah cair pabrik kelapa sawit.

3.4.2 Pembuatan Media dan AB Mix

Media yang digunakan berupa wadah nutrisi toples plastik transparan ukuran 1500 ml yang diberi pelindung styrofoam di sekeliling toples dan diatas toples.

Pemberian pelindung styrofoam ini bertujuan untuk menjaga larutan nutrisi agar tidak panas akibat dari paparan sinar matahari. Kemudian dilakukan pembuatan nutrisi AB Mix. Perbandingan antara AB Mix dan air baku yaitu 5 ml/liter, perbandingan ini bertambah disesuaikan dengan perlakuan dan pertumbuhan tanaman. Kemudian diukur EC dan pH larutan menggunakan EC meter dan pH meter.

3.4.3 Penyiapan Limbah Cair Kelapa Sawit

Limbah cair kelapa sawit diambil dari Pabrik Kelapa Sawit PT. Perkebunan Nusantara VII (Persero) Unit Usaha Bekri, Lampung Tengah. Limbah yang dipakai berasal dari kolam limbah luaran 3 dan luaran 4. Karakteristik dari limbah cair kelapa sawit disajikan pada Tabel.8 berikut

Tabel 8. Karakteristik limbah cair kelapa sawit

Parameter	L3	L4
Suhu (°C)	36.54	33.92
pH	7.14	7.43
EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	3161.00	2796.00
DO (mg/L)	1.49	1.39
Minyak	249.30	26.10
COD (mg/l)	18224.00	794.24
BOD (mg/L)	60.74	40.38
TSS (mg/L)	2014.00	1871.63
Total N (mg/L)	12.60	4.34

Sumber: penelitian terdahulu

3.4.4 Perhitungan EC

Perhitungan EC digunakan untuk menghitung kepekatan larutan nutrisi yang digunakan. Semakin tinggi nilai EC maka semakin pekat larutan nutrisi.

Perhitungan EC menggunakan alat EC meter dengan satuan $\mu\text{S}/\text{cm}$. Pengukuran EC larutan nutrisi pada hari kesatu yaitu sekitar 1200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ untuk semua perlakuan. Pada hari ke-7 EC larutan nutrisi sekitar 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Kenaikan nilai EC terjadi pada minggu ke 3 yaitu dimana pada hari ke-15 beberapa larutan sudah ditambah dengan limbah.

Tabel 9. Nilai EC larutan setelah pencampuran

PERLAKUAN	Minggu ke ($\mu\text{S/cm}$)					
	1	2	3	4	5	6
L3CP0	1200	1545	2036	2329	2547	2557
L3CP25	1200	1553	3546	3064	3689	3081
L3CP50	1200	1545	3951	3459	4139	3366
L3CP75	1200	1523	4125	4033	4338	3539
L3CP100	1200	1545	4741	4372	3929	3563
L4CP0	1200	1543	2058	2330	2575	2532
L4CP25	1200	1521	3512	3032	3565	3083
L4CP50	1200	1533	3967	3236	3753	3351
L4CP75	1200	1552	4155	3885	4235	3757
L4CP100	1200	1535	4538	4250	3825	3436

*) pada hari ke 0 sampai ke 14 hst, nutrisi AB Mix belum dicampur dengan limbah
Limbah dicampurkan dengan AB mix pada hari ke 15 hst

Tabel 10. Pengukuran pH larutan

Limbah	Proporsi limbah dalam campuran (%)				
	CP0	CP25	CP50	CP75	CP100
L3	6.65	7.58	7.48	7.55	7.77
L4	6.59	7.42	7.50	7.47	7.66

Pengukuran pH dilakukan pada saat larutan sebelum dicampur dengan limbah , sesudah dicampur, dan pada saat panen

Tabel 11. Pengukuran kandungan total nitrogen (mg/L)

Limbah	Proporsi limbah dalam campuran (%)				
	CP0	CP25	CP50	CP75	CP100
L3	647.50	488.77	330.05	171.32	12.60
L4	647.50	486.71	325.90	165.13	4.34

3.4.5 Penanaman

Sebelum dilakukan penanaman, benih disemai terlebih dahulu pada nampan dengan media rockwool ukuran 3x3x3 cm. Benih direndam terlebih dahulu. Benih diselipkan ke rockwool dengan satu benih setiap media, kemudian ditaruh di tempat teduh selama kurang lebih 24 jam. Setelah berkecambah, semaian dipindahkan ke tempat yang terkena sinar matahari pagi sampai jam 10.00. Kemudian semaian di taruh di tempat full sun light, disiram dengan air nutrisi EC rendah. Air nutrisi dijaga agar media rockwool tidak kering. Semaian ditransfer ke media hidroponik setelah memiliki daun sejati 4 lembar, atau kurang lebih sudah berumur 2 minggu.

Penanaman tanaman pakcoy dilakukan di *Greenhouse* Laboratorium Lapang Terpadu, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung dengan titik koordinat 5°22'10" LS dan 105°14'38" BT dan ketinggian 146 meter di atas permukaan laut. Suhu dan kelembaban di dalam *Greenhouse* diukur dengan menggunakan *thermometer hygrometer digital*.

3.4.6 Perawatan dan Pengamatan Tanaman

Perawatan tanaman meliputi penambahan larutan nutrisi dan pengendalian hama. Kepekatan larutan nutrisi disesuaikan dengan tingkat pertumbuhan tanaman. Turunnya larutan nutrisi di catat setiap hari pada jam yang sama, dan digunakan sebagai konsumsi air atau evapotranspirasi tanaman. Pengendalian hama pada tanaman pakcoy dilakukan dengan cara manual.

Parameter pengamatan meliputi:

1. Tinggi Tanaman (cm)

Pengukuran dilakukan menggunakan penggaris dengan ukuran 30 cm mulai dari permukaan rockwool sampai dengan ujung daun tertinggi setelah diluruskan. Pengukuran tanaman dimulai dari umur 5 HST dan diukur setiap 5 hari sekali hingga panen.

2. Jumlah Daun (helai)

Jumlah daun didata setiap 5 hari sekali hingga panen dan dihitung bagi daun yang telah terbuka saat sudah berumur 5 HST.

3. Luas Kanopi Daun (cm²)

Pengukuran dilakukan seminggu sekali. Cara pengukurannya yaitu dengan menggunakan aplikasi *canopy cover free* yang ada di handphone dengan cara meletakkan bingkai Styrofoam berukuran 60x60 cm pada tiap pot tanaman kemudian difoto sesuai luas bingkai, hasil foto dari aplikasi akan menunjukkan berapa persen luasan canopy dari total luas bingkai, kemudian hasil persen tersebut di konversi menjadi (cm²) dengan persamaan berikut:

$$\text{Luas kanopi (cm}^2\text{)} = \frac{\text{PLK}}{100} \times L$$

Keterangan:

PLK= Persentase luas kanopi pada aplikasi (%)

L= Luas Bingkai (cm²)

4. Konsumsi Air (ml)

Konsumsi air diukur setiap hari dengan cara mengukur turunnya air nutrisi di pot/wadah nutrisi menggunakan penggaris. Untuk mendapatkan volume, tinggi turunnya air nutrisi (cm) dikalikan dengan luas permukaan larutan nutrisi di dalam pot.

5. Pengukuran EC larutan nutrisi (μS/cm)

Kepekatan larutan nutrisi diukur seminggu sekali, dengan EC meter, dan dinaikan sesuai perlakuan dan pertumbuhan tanaman.

Parameter pengamatan pada waktu panen adalah:

1. Bobot Segar Tajuk (gram)

Bobot segar tajuk atau bobot panen adalah bobot segar tanaman yang diukur pada bagian atas tanaman, dipotong tepat di atas rockwool kemudian ditimbang.

2. Bobot Kering Tajuk (gram)

Pengukuran bobot kering tajuk dilakukan dengan mengeringkan tajuk dengan cara dijemur terlebih dahulu kemudian setelah kering jemur, biomasa tanaman dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 50°C selama 3 hari atau sampai bobot konstan, kemudian ditimbang.

3. Kadar Air (%)

Kadar air diukur dengan cara menghitung selisih antara bobot segar tajuk dengan bobot kering tajuk.

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{W-W_1}{W} \times 100\%$$

Keterangan:

W= Bobot segar tajuk (gram)

W1= Bobot kering tajuk (gram)

4. Kadar Abu (%)

Kadar abu diukur dengan cara membakar biomasa tanaman setelah kering oven dengan tanur pada suhu 550°C selama 2 jam. Selisih bobot akhir dikurangi dengan bobot cawan menghasilkan bobot abu. Bobot abu tersebut digunakan untuk menghitung kadar abu menggunakan rumus:

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{W_1-W_2}{W} \times 100\%$$

Keterangan:

W1= Berat cawan + sampel setelah di abu (gram)

W2= Berat cawan kosong (gram)

W= Berat kering tajuk (gram)

5. Panjang Akar (cm)

Panjang akar diukur dengan cara menaruh tanaman dipermukaan datar secara horizontal dengan akar dipanjangkan. Panjang akar diukur dari bagian alat netpot sampai ujung akar terpanjang menggunakan penggaris.

6. Produktivitas Air (kg/m³)

Produktivitas air diukur dengan cara membandingkan bobot panen segar dengan evapotranspirasi total selama budidaya.

$$\text{Produktivitas air (kg/m}^3\text{)} = \frac{W}{\text{KAT}}$$

Keterangan:

W = Bobot segar tajuk (gram)

KAT = Konsumsi Air Total (ml)

3.4.7 Pemanenan

Pakcoy bisa dipanen pada umur 35-40 HST. Panen dilakukan saat sore hari dengan tujuan bahwa sayuran tidak mengalami kelayuan akibat suhu udara yang tinggi saat dipanen.

3.5 Analisis Data

Data dianalisis dengan menggunakan metode analisis sidik ragam. Apabila antar taraf di dalam perlakuan ada perbedaan dan juga ada interaksi, maka pengujian dilakukan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) pada taraf 5%

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa:

1. Pada faktor Limbah luaran kolam aerobik 3 dan 4 tidak memberikan pengaruh nyata terhadap semua parameter.
2. Pada faktor Campuran POME menunjukkan bahwa pencampuran limbah cair kelapa sawit atau POME dengan AB Mix cenderung berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy. POME dapat dimanfaatkan sebagai campuran pupuk atau larutan nutrisi hidroponik, dengan catatan harus dilakukan dengan sangat hati-hati. Campuran POME harus dilakukan tidak lebih dari 25%. Beberapa parameter menunjukkan pengaruh POME yang positif pada beberapa parameter tanaman seperti tinggi tanaman, jumlah daun, bobot kering, panjang akar, dan konsumsi air ketika POME diaplikasikan dengan komposisi POME 25% dan AB Mix 75%

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan pada penelitian ini adalah:

Penggunaan limbah cair kelapa sawit yang digunakan sebagai pupuk sebaiknya perlu dipastikan bahwa air limbah sudah benar-benar stabil, penguraian bahan organik sudah tidak berlanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Adil, W. H., Sunarlim, N., dan Rostika, I. 2005. Pengaruh Tiga Jenis Pupuk Nitrogen terhadap Tanaman Sayuran. *Biodiversitas* 7(1), 77-80.
- Arinta, K., dan Lubis, I. 2018. Perumbuhan dan produksi beberapa kultivar padi lokal Kalimantan. *Bul. Agrohorti*, 6(2), 270-280
- Badan Pusat Statistik. 2020. Produksi Tanaman Sayuran. www.bps.go.id. Diakses pada tanggal 15 Juni 2024, Pukul 15.34
- Banuwa, I. S., dan Pulung, M. A. 2008. Pengaruh *Land Application* Limbah Cair Pabrik Minyak Kelapa Sawit Terhadap Ketersediaan Unsur Hara Dalam Tanah dan Kandungannya Pada Tanaman Kelapa Sawit. *Journal of Tropical Soils*, 13(1), 35-40
- Depi, E., Haitami, A., dan Susanto, H. 2021. Uji Berbagai EC (*Electro Conductivity*) Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa L*) Dengan Hidroponik Sistem NFT. *Jurnal Agro Indragiri*, 8(2), 43-51
- Dewantoro. 2012. *Hidroponik dengan Sistem Pertanian Ramah Lingkungan*. Harian Medan Bisnis, 4.
- Dhani, H., Wardati dan Rosmimi. 2014. Pengaruh Pupuk Vermikompos pada Tanah Inceptisol terhadap Pertumbuhan dan Hasil Sawi Hijau. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 1(1), 1-11.

- Djajadiningrat, S. T., dan Femiola. M. 2004. *Kawasan Industri Berwawasan Lingkungan*. Penerbit Rekayasa Sains. Jakarta
- Fahmi, K., Yusnizar., dan Sufardi. 2022. Pengaruh Konsentrasi Larutan Hara AB Mix Terhadap Pertumbuhan Sawi Hijau Pada Media Cocopeat. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 7(1), 677-686
- Farida, H. 2009. Pengolahan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit dari Unit Dealing Ponds Menggunakan Membran Mikrofiltrasi. *Tesis Sekolah Pascasarjana*. Universitas Sumatera Utara. Medan
- Fatiha, A.S., Walsen A., dan Rehatta, H. Aplikasi Tiga Jenis Pupuk Dengan Konsentrasi Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica Rapa L.*) Pada Sistem Hidroponik. *Agrologia*, 11(1), 1-11.
- Hadisuwito, S. 2007. *Membuat Pupuk Kompos Cair*. PT Agromedia Pustaka. Jakarta
- Hamsah. 2013. *Karakterisasi Sifat Fisikokimia Tepung Buah Pedada (Sonneratia caseolaris)*. Program Studi Ilmu Dan Teknologi Pertanian. Makassar.
- Harjadi, B., Prakosa, D., & Wuryanta, A. 2007. Analisis Karakteristik Kondisi Fisik Lahan DAS dengan PJ dan SIG di DAS Benain-Noemina, NTT. *Jurnal IlmuTanah dan Lingkungan*. 7 (2), 74-79.
- Herdiansyah, S. D., Hardiyanto, T., dan Yuniawan, I. A. 2018. Faktor-Faktor Yang Berpengaruh Terhadap Produktivitas Usahatani Mina Padi di Kota Tasikmalaya. *Mimbar agribisnis: Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis*, 4(1), 25–39.
- Hochmuth, G. Meynard, D. Vavrina, C. Hanlon, E. & Simonne, E. 2018. HS964/EP081: *Plant Tissue Analysis and Interpretation for Vegetable Crops in Florida*
- Ihsanto, E., dan Hidayat, S. 2014. Rancang Bangun Sistem Pengukuran pH Meter Dengan Menggunakan Mikrokontroller Arduino Uno. *Jurnal Teknologi Elektro*, 5(3). Universitas Mercu Buana

- Indrakusuma. 2000. *Proposal Pupuk Organik Cair Supra Alam Lestari*. Surya Pratama Alam. Yogyakarta
- Indrawati, R., Indraweda, D., dan Utami, S. N. H. 2012. Pengaruh komposisi Media dan Kadar Nutrisi Hidroponik Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Vegetalika*, 1(3), 1-11
- Jumin, H. B. 2002. *Dasar-Dasar Agronomi*. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta
- Oey, K. N. 1992. *Daftar Analisis Bahan Makanan*. Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. Jakarta.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 2011. Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011 tentang Pupuk Organik, Pupuk Hayati dan Pembenh Tanah. Kementerian Pertanian. Jakarta
- Kristi, A. A. 2018. *Hidroponik Rumahan*. ANDI. Yogyakarta.
- Kurniawan, E., Ginting, Z., dan Nurjannah, P. 2017. Pemanfaatan Urine Kambing Pada Pembuatan Pupuk Organik Cair Terhadap Kualitas Unsur Hara Makro (NPK). *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta
- Kusumaningrum, R., Supriadi, A., dan Hanggita, S. R. J. 2013. Karakteristik dan Mutu Teh Bunga Lotus (*Nelumbo nucifera*). *Jurnal Fishtech*, 2(1), 9-21.
- Lakitan, B. 2002. *Fisiologi Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman*. Raja Grafindo Persada. Jakarta
- Laude, S., Mahfudz., Fathurrahman., S Samuddin., Rahim, A., dan Darwis. 2021. *Effect of Atrazine and Green Fertilizer (tithonia diversifolia) on Weed Growth and Corn Productivity*. IOP Conference Series: Earth and Enviromental Science.
- Mahfut. 2013. Analisis Kualitas Limbah Cair Pada Kolam Anaerob IV di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) PT. Perkebunan Nusantara VII (Persero) Unit Usaha Bekri. *Biogenesis*, 1(2)

- Marginingsih, R. S., Nugroho, A. S., dan Dzakiy, M. A. 2018. Pengaruh Substitusi Pupuk Organik Cair pada Nutrisi AB Mix terhadap Pertumbuhan Caisim (*Brassica juncea* L.) pada Hidroponik Drip Irrigation System. *Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 5(1), 44-51.
- Ngatirah. 2017. *Teknologi Penanganan dan Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit*. Instiper Yogyakarta. Yogyakarta
- Nugraha, R. U. 2014. *Sumber Hara Sebagai Pengganti AB Mix pada Budidaya Sayuran Daun Secara Hidroponik*. Laboratorium Sumberdaya Lahan Universitas Pembangunan Nasional. Surabaya
- Nurdin. 2011. Penggunaan Lahan Kering di Das Limboto Provinsi Gorontalo untuk Pertanian Berkelanjutan. *Jurnal Litbang Pertanian* 30(3), 98 –107.
- Pancapalaga, W. 2011. Pengaruh Rasio Penggunaan Limbah Ternak dan Hijauan Terhadap Kualitas Pupuk Cair. *Gamma*, 7(1), 61-68
- Perwitasari, B., Tripatmasari, M., dan Wasonowati. 2012. Pengaruh Media Tanam dan Nutrisi Terhadap Pertumbuhan Pakcoy (*Brassica juncea*) dengan Sistem Hidroponik. *Jurnal Agrovigor*, 5(6).
- Putra, A. Y. H., dan Pambudi, W. S. 2017. Sistem Kontrol Otomatis pH Larutan Nutrisi Tanaman Bayam Pada Hidroponik NFT (Nutrient Film Technique). *Jurnal Ilmiah Mikrotek*, 2(4), 11-19.
- Rahardjo, P. N. 2006. Teknologi Pengelolaan Limbah Cair yang Ideal untuk Pabrik Kelapa Sawit. *Jurnal Air Indonesia*, 2(1), 66-71
- Ratu, K., Assegaf, R., dan Astuti, S. 2023. Pembuatan Sawi Asin Pakcoy (*Brassica chinensis* L) Kering Dengan Proses Fermentasi dan Pengeringan. *Jurnal Pengolahan Pangan*, 8(1), 33-38
- Reno, S. 2015. *Hidroponik Budidaya Tanaman Tanpa Tanah Mudah, Bersih, dan Menyenangkan*. Penerbit AR Citra, Yogyakarta.

- Resh, H. M. 2013. *Hydroponic Food Production: A Definitive Guidebook For The Advanced Home Gardener Adan The Commercial Hydroponic Grower*. New York: CRC Press
- Roidah, I. S. 2014. Pemanfaatan Lahan Dengan Menggunakan Sistem Hidroponik. *Jurnal Universitas Tulungagung Bonorowo*, 1(2), 43-50
- Rommy, A. L., dan Darso, S. 2017. *Karakteristik Agronomis Tanaman Kailan (Brassica oleraceae L. var. acephala DC). Kultival Full White 921 Akibat Jenis Media Tanam Organik dan Nilai EC (Electrical Conductivity) pada Hidroponik Sistem Wick*. Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian. Universitas Singaperbangsa Karawang
- Roni, M. A. 2008. Formulasi Minuman Herbal Instan Antioksidan Dari Campuran Teh Hijau (*Camellia sinensis*), Pegagan (*Centella asiatica*), dan Daun Jeruk Purut (*Cytus hystrix*). *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor.
- Roslioni, R., dan Sumarni, N. 2005. *Budidaya Tanaman Sayuran dengan Sistem Hidroponik*. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Bandung
- Sarido, L., dan 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
- Sesanti, R. N., dan Sismanto. 2016. Pertumbuhan dan Hasil Pakcoy (*Brassica rapa L*) pada Dua Sistem Hidroponik dan Empat Jenis Nutrisi. *Jurnal Kelitbangan*, 4(1), 1-9
- Setiawan, H. A. 2017. *Pengaruh Beberapa Macam dan Konsentrasi Pestisida Nabati dalam Pengelolaan Hama pada Pakcoy*. Universitas Mercu Buana. Yogyakarta
- Setjo, S. 2004. *Anatomi Tumbuhan*. UM Press. Malang
- Siregar, F. A., dan Liwang, T. 2001. *Aplikasi Limbah cair*. Jakarta

- Suhardianto, A., dan Purnama, K. M. 2012. *Penanganan Pascapanen Caisin (Brassica campestris L) dan Pakcoy (Brassica rapa L) dengan Pengaturan Suhu Rantai Dingin (Cold Chain)*. Laporan Penelitian Madya Bidang Ilmu. Universitas Terbuka
- Sukmawati, S. 2012. Budidaya Pakcoy (*Brassica chinensis L.*) secara Organik dengan Pengaruh Beberapa Jenis Pupuk Organik. *Karya Ilmiah*. Politeknik Negeri Lampung. Bandar Lampung. Indonesia.
- Susila, A. D. 2013. *Sistem Hidroponik*. Departemen Agronomi dan Hortikultura. Fakultas Pertanian. Modul IPB. Bogor
- Sutedjo, M. M. 2010. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. Rineka Cipta. Jakarta
- Sutiyoso, Y. 2006. *Hidroponik Ala Yos*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Tambunan, J., Sampoerno., dan Saputra, S. I. 2016. Aplikasi Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Dengan Metode Biopori Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis Jacq*) Belum Menghasilkan. *Jom Faperta*, 3(2), 1-15
- Untung. 2001. *Hidroponik Sayuran Sistem NFT. Practical Hydroponic & Greenhouse, Issue 37, 1997*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Wijayanto, N., dan Nurunnajah. 2012. Intensitas Cahaya, Suhu, Kelembaban dan Perakaran Lateral Mahoni (*Swietenia macrophylla King*) di RPH Babakan Madang, BKPH Bogor, PKH Bogor. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 3(1), 8-13.
- Yulianto, B., Kusmiyati, F., dan Pramono, A. 2020. Pengaruh Pengelolaan Air Dan Bahan Organik Terhadap Produktivitas Air Dan Potensi Hasil Padi (*Oryza sativa L.*). *Buana Sains*, 20(2), 111–120.