

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pakcoy (*Brassica rapa* L.)

Pakcoy (*Brassica rapa* L.) merupakan tanaman yang masuk ke dalam keluarga Brassicaceae. Tanaman pakcoy komoditas asli China dapat dilihat pada Gambar 2.1. Tanaman ini telah lama dibudidayakan pada abad ke-5 secara luas di beberapa wilayah China seperti China selatan dan China pusat serta Taiwan. Saat ini pakcoy dikembangkan secara luas di negara ASEAN seperti Filipina, Malaysia, Indonesia dan Thailand.

Adapun klasifikasi tanaman pakcoy adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Kelas : Dicotyledonae
Ordo : Rhoeadales
Famili : Brassicaceae
Genus : *Brassica*
Spesies : *Brassica rapa* L.



Gambar 2.1 Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa* L.)
(Sumber : Dokumentasi pribadi)

Menurut Yogiandre *et.al*, (2011) pakcoy mempunyai daun yang bertangkai dengan bentuk oval dan berwarna hijau tua. Pada tangkai daun memiliki warna putih atau hijau muda dan dapat mencapai tinggi 20-30 cm. Tanaman pakcoy termasuk sayuran yang kaya akan vitamin, serat dan mineral yang sangat diperlukan untuk kesehatan tubuh dan juga meningkatkan kualitas hidup manusia. Tanaman pakcoy sangat diminati di semua kalangan. Kandungan vitamin A, C, E, K dan asam folat pada tanaman pacoy tergolong sangat tinggi (Syamsul, 2017). Selain itu terdapat juga kandungan pada tanaman ini seperti protein 2.3 g, lemak 0.3 g, karbohidrat 4 g, serat 1.2 g, Ca 220.5 g, Fe 2.9 g. Pakcoy masuk kategori sayuran dengan sumber vitamin E yang sangat baik. Dengan kebutuhan rata- rata vitamin E mencapai 10-12 mg/hari, maka pakcoy juga berperan baik untuk mencegah penuaan dini (Cahyono, 2013).

2.2 Pertanian Presisi

Pertanian presisi atau *presicion farming* merupakan penerapan teknologi modern pada sistem pertanian dengan prinsip mengelola data informasi yang bertujuan untuk mengoptimalkan dan meningkatkan produksi pertanian. Pertanian presisi menerapkan sistem pada ketepatan dalam penggunaan input produksi, sehingga dapat memperoleh keuntungan seperti penghematan biaya tenaga kerja dan hasil panen yang efisien dan optimal (Pitono, 2020). Pertanian presisi dapat menjadikan pola pertanian konvensional lebih produktif dan efisien dengan melalui sistem otomatisasi kontrol serta monitoring dengan menerapkan teknologi *Internet of Things* (IoT). Monitoring lahan pada pertanian presisi dilakukan bertujuan untuk memperoleh data dan informasi serta memantau aktivitas budidaya tanaman pertanian serta mengurangi adanya gagal panen. Penerapan sistem monitoring ini diharapkan mampu meningkatkan produktivitas tanaman (Ayaz *et al.*, 2019)

2.2.1 *Autonomus Monitoring and Controlling System (AMCS)*

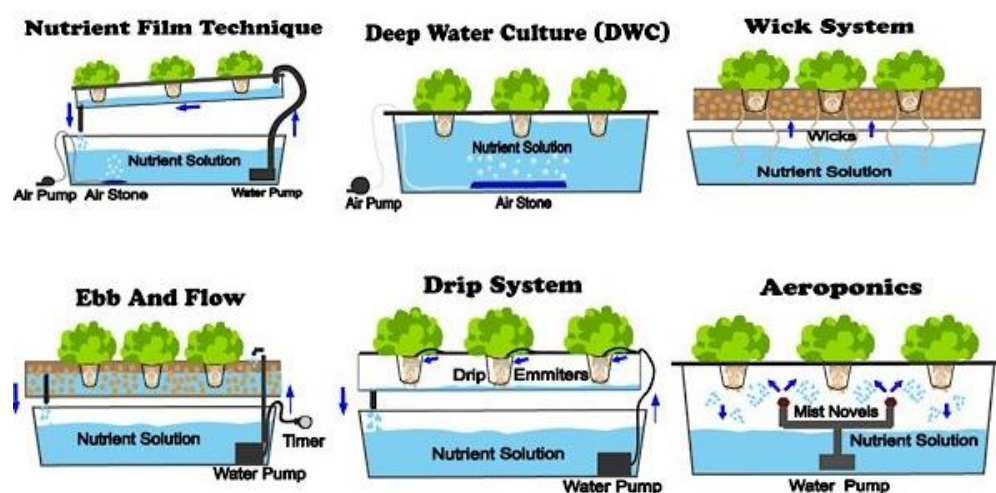
AMCS merupakan perangkat yang dikembangkan oleh Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) yang diperuntukkan untuk memantau dan mengendalikan kondisi lingkungan pertanian. Sistem AMCS sendiri sudah dikembangkan pada banyak aspek seperti otomatisasi sistem hidroponik NFT, otomatisasi pemberian pakan ikan, dan modernisasi budidaya jamur. Sistem AMCS ini dapat memberikan informasi yang actual mengenai data data yang ada pada kondisi lingkungan dan nutrisi secara *real-time*. Sistem AMCS telah didaftarkan patennya di Indonesia dengan nomer registrasi paten P00202403775. Sistem AMCS ini berperan sebagai monitoring dan controlling otomatis untuk budidaya tanaman hidroponik. Sistem ini akan menjaga kondisi larutan nutrisi sesuai referensi yang diberikan dengan memberi suatu rentang nilai nutrisi dengan batas atas dan batas bawah Total Dissolve Solution (TDS) dan pH (Mustar, 2017).

Sistem AMCS akan mengkondisikan larutan nutrisi tersebut tetap pada taraf yang diberikan pada referensi. Sistem AMCS menggunakan Arduino Mega 2560 sebagai *Single Board Computer* dan Long-Range (LoRa) sebagai pengirim data utama kepada server pusat. LoRa merupakan sistem telekomunikasi yang memanfaatkan frekuensi radio dengan menggunakan daya rendah. LoRa bisa juga disebut sebagai bluetooth yang tidak mengirimkan dengan internet namun melalui sinyal radio nirkabel yang terhubung dengan server pusat sehingga LoRa dapat digunakan tanpa adanya internet. Sistem AMCS ini juga mempunyai *Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory* (EEPROM) yang berfungsi sebagai memori chip yang dapat menyimpan secara offline jadi nantinya data yang sudah terkumpul melalui sensor sensor yang ada pada *microcontroller* Arduino Mega 2560 akan tetap terjaga (Muchtar, 2022)

2.3 Sistem Hidroponik

Hidroponik merupakan metode pertanian modern yang menggunakan media air sebagai media tanam. Pupuk yang digunakan berbentuk cair sehingga mudah diserap oleh akar tanaman. Sistem hidroponik memungkinkan kontrol penuh terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman, seperti ketersediaan air, nutrisi, cahaya, dan suhu. Sistem ini sangat efektif dalam mengoptimalkan penggunaan air dan nutrisi, menjadikannya pilihan yang ideal untuk daerah dengan lahan terbatas atau kondisi lingkungan yang kurang mendukung. (Wahyuningsih, 2020).

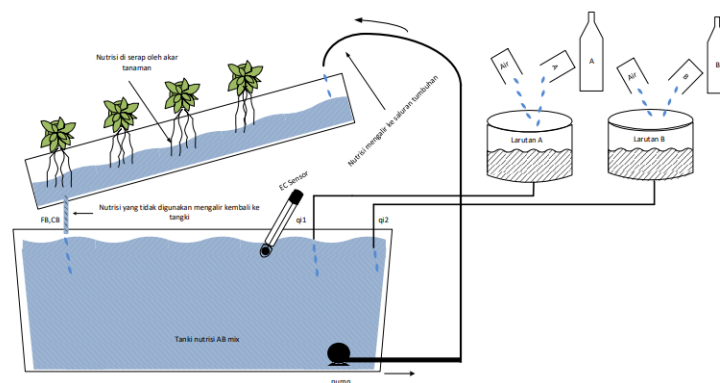
Keuntungan hidroponik yakni dapat memanfaatkan lahan yang tersedia dan tidak memerlukan lahan yang luas. Jenis hidroponik yang sering digunakan adalah *Deep Flow Technique* (DFT), Wick System, Ebb and Flow, Drip System, Ebb and Flow, Aquaponics, Aeroponics dan yang digunakan pada penelitian ini yakni NFT (*Nutrient Film Technique*). Gambaran jenis hidroponik dapat dilihat pada Gambar 2.2. Setiap jenis hidroponik ini memiliki kelebihan dan kekurangan tersendiri, tergantung pada kebutuhan tanaman dan kapasitas pengelolaan (Nuramaddana, 2024).



Gambar 2.2 Ragam Jenis Sistem Hidroponik

(Sumber: Susila, 2013)

Hidroponik NFT adalah jenis budidaya hidroponik yang memanfaatkan talang yang dangkal agar akar tanaman menyentuh pada talang sehingga tanaman dapat memperoleh air, nutrisi dan oksigen. Larutan nutrisi yang dilarutkan dalam air dan akan bersirkulasi terus menerus dibantu dengan bantuan pompa. Komponen utama yang harus disiapkan dalam pembuatan sistem NFT yakni talang, tangki dan pompa. Pompa ini berfungsi untuk mengalirkan nutrisi dari tangki penampung ke talang dengan bantuan selang atau pipa. Sirkulasi air pada sistem hidroponik NFT dapat dilihat pada Gambar 2.3. larutan nutrisi yang berada di tangki akan bersirkulasi melalui pompa air menuju talang kemudian kembali lagi pada bak penampungan air (Susila, 2013).



Gambar 2.3 Sirkulasi Air Pada Hidroponik NFT

(Sumber: Anas, 2013)

Adapun manfaat yang didapatkan dari pertanian sistem hidroponik seperti kebutuhan lahan tanam dapat lebih optimal, penggunaan air yang efisien, penggunaan pupuk cair yang lebih hemat, pertumbuhan tanaman lebih cepat, dan kualitas tanaman lebih baik daripada tanaman yang ditanam pada media tanah. Sistem NFT ini ideal untuk tanaman berumur pendek dan sayuran daun seperti pakcoy, selada, dan bayam, karena tanaman ini memiliki sistem akar yang tidak terlalu besar dan cepat tumbuh. Untuk memastikan sistem ini berfungsi optimal, pemantauan rutin terhadap aliran nutrisi, kualitas air, dan kondisi lingkungan sangat diperlukan (Lingga, 2011).

2.4 Nutrisi AB *mix* Pada Budidaya Hidroponik Pakcoy

Nutrisi sangat dibutuhkan pada budidaya tanaman dengan metode hidroponik, karena tanaman membutuhkan kandungan unsur hara untuk tumbuh sehingga tanaman membutuhkan nutrisi yang optimal. Nutrisi pada AB *mix* dapat melengkapi kebutuhan unsur hara tanaman (Nugraha, 2015). Unsur Nutrisi yang terkandung pada nutrisi AB *mix* meliputi unsur hara makro (N, P, dan K) dan mikro (Ca, Mg, Cu, Fe, Mn dan Zn) yang sangat diperlukan oleh tanaman. Namun nutrisi yang diberikan pada tanaman harus dalam komposisi yang tepat untuk mendapatkan hasil produksi yang maksimal (Perwitasari, 2012).

AB *mix* adalah unsur terdiri bahan-bahan yang berkualitas tinggi untuk kebutuhan nutrisi tanaman. AB *mix* terbagi menjadi dua komponen yakni komponen A dan komponen B. Pada komponen A meliputi Ca sebesar 19 %, nitrat 14.4 %, K 38 % dan N nitrit sebesar 13 %. Selain itu juga mengandung unsur mikro esensial yang berperan sebagai enzim. Komponen B mengandung monokalium fosfat, ammonium sulfat, sulfur 24 %, kalium sulfat, sulfur, dan magnesium sulfat (Rehatta, 2023).

2.5 Analisis Biokimia Larutan Nutrisi dan Kualitas Tanaman

Tumbuhan menyediakan sumber daya yang kaya akan zat-zat biokimia alami. Tumbuhan yang memiliki ciri-ciri kehidupan yang tidak bergerak, bergantung pada mesin metabolisme yang diatur secara canggih untuk mengatur pertumbuhan, perkembangan, dan interaksi lingkungan. Hormon tanaman, pigmen, vitamin, dan fitokimia lain yang diproduksi melalui proses metabolisme, semuanya memainkan peran penting dalam berbagai proses biologis tanaman. Analisis biokimia diperlukan untuk mengetahui komposisi dan juga sifat kimia dari suatu tumbuhan yang berguna untuk melihat kualitas tanaman. Beberapa analisis yang digunakan pada penelitian ini yakni Analisis NPK, analisis Klorofil, Antioksidan dan analisis Kadar Air.

2.5.1 Analisis Air Baku

Kegiatan produksi hidroponik dituntut harus dapat menghasilkan produk memiliki kuantitas dan kualitas yang tinggi (Arief, 1990). Air Baku adalah sumber air utama untuk keperluan seperti air minum, peternakan, industri dan pertanian. Dalam proses penelitian, penggunaan air grade 1 seringkali diperlukan, untuk mengurangi biaya produksi penelitian, penting untuk mengidentifikasi air yang digunakan dalam proses penelitian agar tidak terjadi suatu bias pengamatan terhadap analisis biokimia sampel. Analisis pada air baku penelitian ini menggunakan *Inductive Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry* (ICP-OES) (Edok, 2018).

2.5.2 Analisis NPK

Nutrisi esensial yang harus tersedia untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman terdiri dari tiga unsur hara utama yakni nitrogen (N), fosfat (P), dan kalium (K). Nitrogen (Nitrat dan Amonium) merupakan bagian utama dalam pembuatan klorofil, protein, protoplasma, dan asam nukleat. Nitrogen memiliki peranan penting pada pertumbuhan dan perkembangan semua jaringan hidup (Brady & Weil, 2002). Fosfat juga memiliki peranan penting menjadi senyawa untuk mentransfer energi dan menjadi sistem informasi genetik (Lambers *et.al*, 2008). Adapun unsur kalium yang mempunyai peran sebagai aktivator enzim dan membantu membentuk gula, karbohidrat dan protein serta meningkatkan daya tahan terhadap penyakit. mikronutrien seperti mangan (Mn), besi (Fe), tembaga (Cu), seng (Zn), boron (B), dan molibdenum (Mo) juga diperlukan sebagai kofaktor dalam proses fotosintesis, fiksasi nitrogen, respirasi, dan berbagai reaksi biokimia penting dalam tanaman (Rahman, 2000).

2.5.3 Analisis Klorofil

Klorofil merupakan pigmen yang digunakan dalam proses fotosintesis yang dapat dimanfaatkan oleh manusia sebagai obat kanker serta dapat digunakan sebagai suplemen makanan, antibiotik dan desinfektan,

sedangkan pada karotenoid bermanfaat sebagai antioksidan. Klorofil yang terkandung dalam pakcoy harus diketahui karena dapat berpeluang untuk dikembangkan sebagai bahan suplemen pangan (Ika, 2018).

Klorofil pada tumbuhan terdiri dari klorofil a dan klorofil b. Spektrofotometer klorofil a mempunyai serapan maksimal pada panjang gelombang 665 nm. Sedangkan pada klorofil b mempunyai serapan yang maksimal pada panjang gelombang 652 nm (Voet *et al.*, 1990). Klorofil merupakan senyawa siklik tetrapirrol dengan inti (ion Mg) yang bersifat nonpolar (klorofil a) dan sedikit polar (klorofil b), itu lah sebabnya klorofil akan larut dalam methanol, alcohol, campuran aseton dan air. Oleh karena itu klorofil biasanya di ekstrak menggunakan pelarut pelarut tersebut (Gracelyta *et al.*, 2019).

2.5.4 Analisis Antioksidan

Senyawa antioksidan merupakan unsur yang berfungsi bagi tubuh untuk mencegah kerusakan yang ditimbulkan oleh radikal bebas terhadap sel n, protein, dan lemak. Struktur molekul senyawa ini dapat memberikan elektronnya kepada molekul radikal bebas tanpa terganggu sama sekali yang mempunyai fungsi untuk memutus reaksi berantai dari radikal bebas (Parwata, 2016). Antioksidan utama pada tumbuhan tingkat tinggi meliputi glutathione, askorbat, tokoferol, prolin, betain, dan lainnya. antioksidan yang disebutkan di atas pada tumbuhan tingkat tinggi dapat melindungi sel-selnya dari kerusakan oksidatif dengan menetralkan *Reactive Oxygen Species* (ROS). Selain peran penting dalam sistem pertahanan dan sebagai kofaktor enzim, antioksidan memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan tingkat tinggi dengan memodifikasi proses mulai dari mitosis dan pemanjangan sel hingga penuaan dan kematian (Shao, 2018).

2.5.5 Analisis Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu parameter penting dalam industri pangan untuk menentukan kualitas terhadap kerusakan yang mungkin

terjadi. Semakin tinggi kadar air yang dimiliki bahan pangan maka semakin besar kemungkinan kerusakannya. Pengurangan kadar air bahan pangan akan berakibat berkurangnya ketersediaan air untuk menunjang kehidupan mikroorganisme (Daud, 2020). Pengukuran kadar air bahan pangan dapat ditentukan dengan mengeringkan bahan dalam oven suhu 40° C. Metode ini dikenal dengan metode pengeringan (Andarwulan, 2011).

2.6 Ketahanan Pangan

Ketahanan pangan adalah ketersediaan bahan makanan masyarakat untuk memenuhi kebutuhan pangan bukan hanya untuk individu namun juga untuk seluruh masyarakat sehingga penting untuk memenuhi gizi dan nutrisi masyarakat (Taufik, 2020). Ketahanan pangan juga bisa diartikan pada suatu kondisi di mana tersedia cukup makanan, aman, dan bergizi dengan akses penuh bagi semua orang (FAO, 1996). Berdasarkan Undang Undang Nomor 18 Tahun 2012 tentang ketahanan pangan, pemerintah Indonesia bertanggungjawab atas pemenuhan ketersediaan pangan untuk memastikan ketahanan pangan, termasuk gizi, distribusi, keamanan, keragaman, dan harga yang terjangkau.

2.7 Hasil Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai analisis pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) ini sudah banyak dilakukan oleh peneliti terdahulu pada optimasi konsentrasi hara, namun belum adanya konsentrasi yang spesifik dan juga belum adanya analisis kandungan lanjutan. Penelitian terdahulu masih mencakup terkait perbedaan pertumbuhan pakcoy yang bisa dilihat pada Tabel 2.1, Namun belum banyak yang meneliti terkait uji lanjut kualitas tanaman seperti uji NPK, uji antioksidan, uji kandungan klorofil, uji antioksidan seperti penelitian yang akan dilakukan.

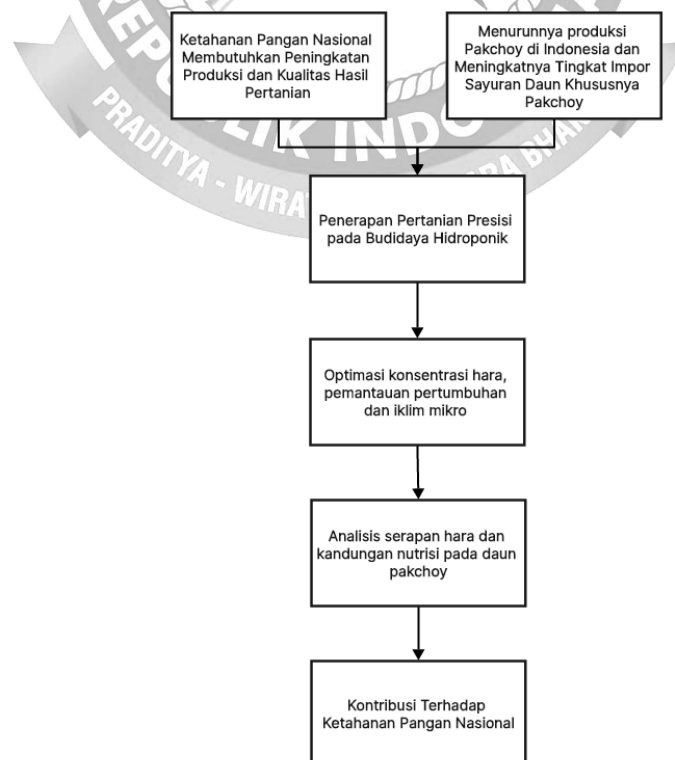
Tabel 2.1 Studi Literatur Hasil Penelitian Terdahulu

Penulis	Judul	Metode	Hasil
(Gustaman, 2022)	Pengaruh Nutrisi AB <i>mix</i> Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Pakcoy (<i>Brassica Rapa</i> L)	Penelitian dilakukan menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 3 faktor perlakuan yakni dengan pupuk AB <i>mix</i> (P1 yakni 550-1050 ppm), (P2 yakni 1050-1400 ppm) dan (P3 yakni 1200-1600 ppm)	Hasilnya menunjukkan bahwa nutrisi AB <i>mix</i> (P2) dengan kadar 1.050 ppm hingga 1.400 ppm memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan tanaman pakcoy sehingga pertumbuhannya lebih cepat dan hasil produksinya sangat baik
(Ria, 2020)	Optimasi Konsentrasi Larutan Hara Tanaman Pakcoy (<i>Brassica rapa</i> L.) Pada Hidroponik Sistem Wick	Melakukan metode Rancangan Acak kelompok yang digunakan terdiri dari berbagai dosis hidroponik dengan konsentrasi AB <i>mix</i> yakni N1 500 ppm, N2 1000 ppm N3 1500 ppm	Hasil penelitian menunjukkan perlakuan AB <i>mix</i> 1.500 ppm (N3) memiliki signifikansi terhadap tinggi , jumlah daun dan berat basah tanaman pakcoy. Rata-rata tinggi yaitu 16,73 cm, rata-rata jumlah daun yaitu 9,38 helai dan rata-rata berat basah tanaman pakcoy yaitu 55,03 g. Dosis pemberian larutan hara nutrisi hendaknya diberikan sesuai dengan porsi terbaik sesuai kebutuhan. Dimana hasil yang terbaik yakni pada 1000 ppm dan 1500 ppm

Penulis	Judul	Metode	Hasil
(Sulistyowati, 2021)	Analisa Dosis AB <i>mix</i> Terhadap Nilai TDS dan Pertumbuhan Pakcoy Secara Hidroponik	Rancangan yang digunakan pada penelitian ini yakni Rancangan Acak Lengkap dengan 1 faktor yakni dosis AB <i>mix</i> 0 ppm, 5 ppm, 10 ppm dan 15 ppm yang berbeda. Terdapat beberapa variabel yang diamati meliputi nilai TDS pada larutan AB <i>mix</i> sebelum dan sesudah dan juga tinggi tanaman yang ditumbuhkan menggunakan larutan nutrisi AB <i>mix</i> pada 4 dosis berbeda dengan pengulangan sebanyak 3 kali	Hasil menunjukkan bahwa larutan AB <i>mix</i> pekat mempunyai nilai TDS sebesar 6763.67 ppm. Sedangkan pada larutan nutrisi dari AB <i>mix</i> dengan dosis 15 ppm memiliki sebesar 1092.67 ppm dan nilai TDS terendah terdapat pada larutan nutrisi dari AB <i>mix</i> dengan dosis 5 ppm yaitu 503.67 ppm. Sedangkan nilai TDS air yang digunakan sebagai pelarut bahan AB <i>mix</i> hanya bernilai 70 ppm. Tinggi tanaman yang diberi larutan AB <i>mix</i> menunjukkan pola dimana semakin tinggi dosis AB <i>mix</i> maka tinggi tanaman semakin tinggi. Dosis AB <i>mix</i> yang terbaik adalah 15 ppm atau 1092 ppm
(Nurawalia, 2021)	Pertumbuhan dan Produksi (<i>Brassica rapa</i> L.) Hidroponik Dengan Berbagai Nutrisi dan Tanaman Refugia	Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap yang terdiri dari empat faktor dan dilakukan pengulangan sebanyak lima kali ulangan yakni faktor perlakuan AB <i>mix</i> , Growmore, Gandasil D, Npk dengan notasi (A) yang terdiri n dari 4 taraf perlakuan. A0 = 1100 – 1400 ppm AB <i>mix</i> (Kontrol); A1 = 1100 - 1400 ppm Growmore; A2 = 1100 - 1400 ppm Gandasil D ; A3 = 1100 – 1400 ppm NPK.	Hasil Menunjukkan bahwa pemberian nutrisi Growmore, Gandasil dan NPK pada tanaman pakcoy yang ditanam secara hidroponik yang dikelilingi tanaman refugia masih belum dapat menggantikan nutrisi AB <i>mix</i> . Pemberian nutrisi AB <i>mix</i> memiliki pertumbuhan dan produksi tertinggi pada tanaman pakcoy. Sehingga disimpulkan bahwa pupuk AB <i>mix</i> merupakan sumber nutrisi yang paling cocok untuk hidroponik

2.8 Kerangka Berpikir

Indonesia harus memiliki ketahanan nasional di bidang pangan. Program ini sangat membutuhkan peningkatan produksi secara efisien dan kualitas hasil pertanian yang terbaik agar menurunnya produksi sayuran hijau dan meningkatnya impor dapat di atasi. Penerapan pertanian presisi yang dikombinasikan dengan teknologi sekarang akan sangat membantu dalam berhasilnya program ketahanan pangan ini. Maka dari itu perlunya optimasi konsentrasi hara untuk meningkatkan efisiensi pada penggunaan sumber daya dan peningkatan hasil panen. Kualitas tanaman juga menjadi perhatian khusus agar dapat memenuhi kandungan gizi yang tepat untuk kebutuhan masyarakat di Indonesia, maka diperlukan analisis kandungan agar dapat memastikan kondisi tanaman yang berkualitas. Dengan itulah penelitian ini dapat berkontribusi dalam program ketahanan pangan nasional. Kerangka berpikir dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Kerangka Berpikir Penelitian Skripsi