

**RESPON VARIETAS SELADA PADA BERBAGAI KOMPOSISI NUTRISI
HIDROPONIK BERBASIS *IMAGE-PROCESSING***

ANISA RIADHUL JANNAH

G011191251



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
DEPARTEMEN BUDIDAYA PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2023

SKRIPSI

**RESPON VARIETAS SELADA PADA BERBAGAI KOMPOSISI NUTRISI
HIDROPONIK BERBASIS *IMAGE-PROCESSING***

Disusun dan diajukan oleh

ANISA RIADHUL JANNAH

G011 19 1251



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
DEPARTEMEN BUDIDAYA PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2023

**RESPON VARIETAS SELADA PADA BERBAGAI KOMPOSISI NUTRISI
HIDROPONIK BERBASIS *IMAGE-PROCESSING***

ANISA RIADHUL JANNAH

G011 19 1251

**Program Studi Agroteknologi
Departemen Budidaya Pertanian**

Fakultas Pertanian

Universitas Hasanuddin

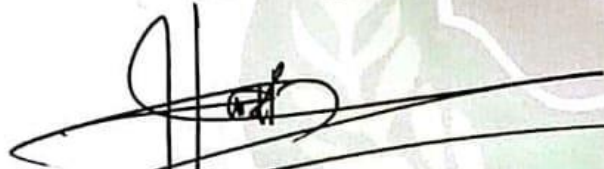
Makassar

2023

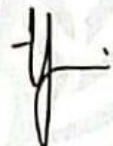
Makassar, Maret 2023

Menyetujui :

Pembimbing I


Prof. Dr. Ir. Muh. Farid BDR, MP.
NIP. 19670520 199202 1 001

Pembimbing II


Dr. Tigin Dariati, SP., MES.
NIP. 19710615 199512 2 001

Ketua Departemen Budidaya Pertanian




Dr. Hari Iswoyo, SP., M.A.
NIP. 19760508 200501 1 003

LEMBAR PENGESAHAN

**RESPON VARIETAS SELADA PADA BERBAGAI KOMPOSISI NUTRISI
HIDROPONIK BERBASIS *IMAGE-PROCESSING***

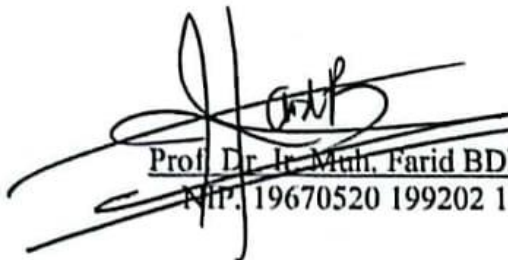
Disusun dan Diajukan oleh

**ANISA RIADHUL JANNAH
G011 19 1251**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Masa Studi Program Sarjana, Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin pada Maret 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui :

Pembimbing I


Prof. Dr. Ir. Muh. Farid BDR, MP.
NIP. 19670520 199202 1 001

Pembimbing II


Dr. Tigin Dariati, SP., MES.
NIP. 19710615 199512 2 001

Ketua Program Studi


Dr. Ir. Abdul Haris B, M.Si
NIP. 19670811 19943 1 003

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Anisa Riadhul Jannah

NIM : G011191251

Program Studi : Agroteknologi

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul :

**“Respon Varietas Selada Pada Berbagai Komposisi Nutrisi Hidroponik
Berbasis *Image-processing*”**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila di kemudian terbukti atau dapat dibuktikan bahwa Sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Maret 2023



Anisa Riadhul Jannah

RINGKASAN

Anisa Riadhul Jannah (G011191251). Respon Varietas Selada pada Berbagai Komposisi Nutrisi Hidroponik berbasis *Image-processing*. Dibimbing oleh **Muh. Farid BDR** dan **Tigin Dariati**.

Penelitian bertujuan untuk mengetahui interaksi antara komposisi nutrisi hidroponik dan varietas selada yang memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan dan produksi selada. Penelitian ini dilakukan di Perumahan Dosen Unhas, Jalan Al Ghazaly, Blok BG nomor 91, Kecamatan Tamalanrea, Kota Makassar, Sulawesi Selatan pada Agustus sampai Oktober 2022. Penelitian ini menggunakan rancangan tersarang. Faktor pertama adalah komposisi nutrisi hidroponik (K) yang terdiri dari empat taraf yaitu kalium 346 ppm dengan perbandingan ammonium dan nitrat 1:3,8 (k1), kalium 376 ppm dengan perbandingan ammonium dan nitrat 1:4 (k2), kalium 406 ppm dengan perbandingan ammonium dan nitrat 1:4,2 (k3), kalium 436 ppm dengan perbandingan ammonium dan nitrat 1:4,4 (k4). Adapun faktor kedua adalah varietas selada (V) yang terdiri dari tujuh taraf yaitu Grand Rapids (v1), Karina (v2), RZ Junction (v3), Batavia Maritima (v4), Batavia Caipira (v5), Batavia Brava (v6) dan Batavia Pearl Germ (v7). Hasil penelitian menunjukkan interaksi antara komposisi nutrisi hidroponik kalium 406 ppm dengan perbandingan ammonium dan nitrat 1:4,2 dan varietas Batavia Caipira memberikan hasil tertinggi pada produksi sebesar (342.11 gram), berat basah tajuk (318.11 gram), klorofil a ($99.65 \mu \text{mol.m}^{-2}$), klorofil b ($57.28 \mu \text{mol.m}^{-2}$), klorofil total ($157.15 \mu \text{mol.m}^{-2}$), dan indeks warna green (52.40). Perlakuan komposisi nutrisi hidroponik kalium 406 ppm dengan perbandingan ammonium dan nitrat 1:4,2 memberikan hasil tertinggi pada produksi sebesar 246.95 gram. Varietas selada Batavia Caipira menunjukkan produksi tertinggi sebesar 249.56 gram.

Kata kunci : *komposisi nutrisi, varietas selada, image-processing*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya yang telah memberikan penulis kesehatan dan kesempatan sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian yang berjudul “Respon Varietas Selada pada berbagai Komposisi Nutrisi Hidroponik berbasis *Image-Processing*”. Tulisan ini dimaksudkan untuk memberikan informasi tentang respon berbagai varietas selada pada beberapa komposisi nutrisi hidroponik berbasis *image-processing* sehingga dapat dijadikan acuan untuk penelitian lanjutan.

Penulis menyadari tanpa bantuan dan dukungan dari beberapa pihak, penulisan skripsi ini tidak akan terselesaikan dengan baik, karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada:

1. Ayah Abdul Mugni S dan Ibu Umayyah, S.Pd yang telah membesarkan dan mendidik penulis dengan penuh kasih sayang, memberi nasehat dengan segala kesabaran. Terima kasih atas jerih payah, semangat, serta doanya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Muh. Farid BDR, M.P., dan Ibu Dr. Tigin Dariati, SP., MES. selaku pembimbing yang memberikan begitu banyak nasehat, saran, masukan, dan juga ilmu yang bermanfaat kepada penulis sejak awal penelitian hingga mampu menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Nasaruddin, MS., Ibu Dr. Ir. Hj. Feranita Haring, MP., dan Ibu Dr. Cri Wahyuni Brahmiyanti, SP., M.Si. selaku penguji yang telah berkenan memberikan banyak saran dan masukan kepada penulis sejak awal penelitian sampai selesainya skripsi ini.

4. Bapak Dr. Muhammad Fuad Anshori S.P, M.Si., atas saran dan ilmunya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Muh. Farid BDR, M.P. dan keluarga yang telah mewadahi dan memfasilitasi tempat selama proses penelitian.
6. Adik Ahmad Rifky selaku saudara satu-satunya yang telah memberikan bantuan doa, semangat, dan menjadi penghibur selama kuliah hingga penyelesaian skripsi ini.
7. Teman-teman *Plant Breeding 19* (Ihsan Syawal Rahmat, Indrayani Muslim, St. Rifdah Gusrianty, Mulham Tahir, Aldhi Maulana Malik, Nur Qalbi Zaesar, Salsabila Alisyah, Nurul Hikmah, Arna Larasati, Anisa Luthfia Basri, Haris Renhard, Kyla Badzline, A. Muh. Fajar, Yuzril Dzul Adza, Nuriyah Maghfira, dan Fatimah Tul Ilyin) yang selalu berbagi suka duka dan drama di lab, menyemangati, dan telah banyak membantu penulis selama proses penelitian berlangsung hingga skripsi ini selesai.
8. Sahabat seperjuangan RAB Fify Nuril Afni, Widy Iswara Kusuma, Fadillah Nur Azizah, Miftahul Jannah yang selalu memberikan semangat, doa dan bantuan selama proses penelitian berlangsung hingga skripsi ini selesai.
9. Kakak-kakak *Plant Breeding* terkhusus kak Nadia Salsabila SP., Mantasia SP., Andi Isti Sakinah SP., Adinda Asri Laraswati SP., Nirwansyah Amier SP., Annur Khainun Akfindarwan SP., dan Annastya Nur Fadhilah SP atas semua bantuan, ilmu, dan nasehat yang diberikan kepada penulis hingga skripsi ini selesai.

10. Adik-adik *Plant Breeding* 2020 terkhusus Mukminati, Ana Fardiah, A. Chamsitasari, dan Dedi yang telah membantu selama proses penelitian hingga selesai.
11. Teman-teman Magitae, MKU D, Tanapodo Reborn, Asisten Praktikum Departemen Agronomi, KKNT Gel. 107 Takalar 4, dan Agroteknologi 2019 (OKSI9EN). Terima kasih atas dukungan, kebersamaan, dan pengalaman selama kuliah.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih perlu kritik dan saran yang membangun dari para pembaca, agar penulis lebih teliti dalam melakukan penelitian selanjutnya, sehingga penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Makassar, Februari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Hipotesis	5
1.3 Tujuan dan Kegunaan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Tanaman Selada.....	7
2.2 Nutrisi Hidroponik	8
2.3 Kebutuhan Nutrisi pada Selada	10
2.4 Pengaruh Unsur Kalium serta Perbandingan Ammonium dan Nitrat terhadap Pertumbuhan Selada	11
2.5 <i>Image-processing</i>	12
2.6 Heritabilitas dan Keragaman Genetik.....	14
BAB III METODE PENELITIAN	16
3.1 Tempat dan Waktu.....	16
3.2 Alat dan Bahan	16
3.3 Metode Penelitian	17
3.4 Pelaksanaan Penelitian	18
3.5 Parameter Pengamatan	22
3.6 Analisis Data.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Hasil.....	28
4.2 Pembahasan	60
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	77
5.1 Kesimpulan.....	77
5.2 Saran	77
DAFTAR PUSTAKA	78
LAMPIRAN.....	84

DAFTAR TABEL

No.	Teks	Halaman
1.	Formula larutan nutrisi hidroponik dengan modifikasi perbandingan ammonium : nitrat yaitu 1:4 dan konsentrasi kalium sebesar 376 ppm	9
2.	Pembuatan larutan nutrisi	18
3.	Konsentrasi larutan nutrisi	19
4.	Nilai konstanta a, b, dan c	23
5.	Nilai Duga Heritabilitas Rancangan Tersarang	27
6.	Rata-rata Jumlah Daun (helai) berbagai Varietas Selada pada beberapa Komposisi Nutrisi Hidroponik	27
7.	Rata-rata Panjang Daun (helai) berbagai Varietas Selada pada beberapa Komposisi Nutrisi Hidroponik	28
8.	Rata-rata Lebar Daun (cm) berbagai Varietas Selada pada beberapa Komposisi Nutrisi Hidroponik	30
9.	Rata-rata Luas Daun (cm ²) berbagai Varietas Selada pada beberapa Komposisi Nutrisi Hidroponik	32
10.	Rata-rata Panjang Akar (cm) berbagai Varietas Selada pada beberapa Komposisi Nutrisi Hidroponik	33
11.	Rata-rata Volume Akar (ml) berbagai Varietas Selada pada beberapa Komposisi Nutrisi Hidroponik	34
12.	Rata-rata Berat basah tajuk (g) berbagai Varietas Selada pada beberapa Komposisi Nutrisi Hidroponik	35
13.	Rata-rata Rasio Berat Basah Tajuk dan Akar (g) berbagai Varietas Selada pada beberapa Komposisi Nutrisi Hidroponik	36
14.	Rata-rata Produksi (g) berbagai Varietas Selada pada beberapa Komposisi Nutrisi Hidroponik	37
15.	Rata-rata Klorofil A (μmol.m ⁻²) berbagai Varietas Selada pada beberapa Komposisi Nutrisi Hidroponik	39
16.	Rata-rata Klorofil B (μmol.m ⁻²) berbagai Varietas Selada pada beberapa Komposisi Nutrisi Hidroponik	40
17.	Rata-rata Klorofil Total (μmol.m ⁻²) berbagai Varietas Selada pada beberapa Komposisi Nutrisi Hidroponik	41
18.	Rata-rata Kerapatan Stomata (stomata.μm ⁻²) berbagai Varietas Selada pada beberapa Komposisi Nutrisi Hidroponik	42
19.	Rata-rata Luas Bukan Stomata (μm ²) berbagai Varietas Selada pada beberapa Komposisi Nutrisi Hidroponik	43
20.	Rata-rata Indeks Warna <i>Red</i> berbagai Varietas Selada pada beberapa Komposisi Nutrisi Hidroponik	44
21.	Rata-rata Indeks Warna <i>Green</i> berbagai Varietas Selada pada beberapa Komposisi Nutrisi Hidroponik	46
22.	Rata-rata Indeks Warna <i>Blue</i> berbagai Varietas Selada pada beberapa Komposisi Nutrisi Hidroponik	47

23.	Rata-rata Rasio Indeks Warna <i>Green</i> terhadap <i>Red</i> berbagai Varietas Selada pada beberapa Komposisi Nutrisi Hidroponik	48
24.	Rata-rata Rasio Indeks Warna <i>Red</i> terhadap <i>Blue</i> berbagai Varietas Selada pada beberapa Komposisi Nutrisi Hidroponik	49
25.	Rata-rata Rasio Indeks Warna <i>Green</i> terhadap <i>Blue</i> berbagai Varietas Selada pada beberapa Komposisi Nutrisi Hidroponik	51
26.	Rata-rata Lebar Tajuk (cm) berbagai Varietas Selada pada beberapa Komposisi Nutrisi Hidroponik	52
27.	Rata-rata Luas Area Total Tanaman (cm ²) berbagai Varietas Selada pada beberapa Komposisi Nutrisi Hidroponik.....	53
28.	Rata-rata Luas Area Hijau Tanaman (cm ²) berbagai Varietas Selada pada beberapa Komposisi Nutrisi Hidroponik.....	54
29.	Rata-rata Rasio Luas Area Hijau Tanaman dan Total Tanaman (cm ²) berbagai Varietas Selada pada beberapa Komposisi Nutrisi Hidroponik.....	55
30.	Nilai Heritabilitas	57
31.	Hasil Analisis Korelasi terhadap Seluruh Parameter.....	59

Lampiran

1.	Deskripsi Selada Varietas Grand Rapid	86
2.	Deskripsi Selada Varietas Karina	87
3.	Deskripsi Selada Varietas RZ Junction	88
4.	Deskripsi Selada Varietas Batavia Maritima.....	89
5.	Deskripsi Selada Varietas Batavia Caipira	90
6.	Deskripsi Selada Varietas Batavia Brava	91
7.	Deskripsi Selada Varietas Batavia Pearl Germ	92
8a.	Rata-rata Jumlah Daun (helai)	93
8b.	Sidik Ragam Jumlah Daun (helai)	93
9a.	Rata-rata Panjang Daun (cm)	94
9b.	Sidik Ragam Panjang Daun (cm)	94
10a.	Rata-rata Lebar Daun (cm)	95
10b.	Sidik Ragam Lebar Daun (cm).....	95
11a.	Rata-rata Luas Daun (cm)	96
11b.	Sidik Ragam Luas Daun (cm)	96
12a.	Rata-rata Panjang Akar (cm)	97
12b.	Sidik Ragam Panjang Akar (cm)	97
13a.	Rata-rata Volume Akar (ml)	98
13b.	Sidik Ragam Volume akar (ml).....	98
14a.	Rata-rata Berat basah tajuk (g)	99
14b.	Sidik Ragam Berat basah tajuk (g).....	99
15a.	Rata-rata Rasio berat basah tajuk dan Akar (g)	100
15b.	Sidik Ragam Rasio berat basah tajuk dan Akar (g).....	100
16a.	Rata-rata Produksi (g)	101
16b.	Sidik Ragam Produksi (g).....	101
17a.	Rata-rata Kandungan Klorofil A (μmol.m ⁻²)	102

17b.	Sidik Ragam Kandungan Klorofil A ($\mu\text{mol.m}^{-2}$).....	102
18a.	Rata-rata Kandungan Klorofil B ($\mu\text{mol.m}^{-2}$)	103
18b.	Sidik Ragam Kandungan Klorofil B ($\mu\text{mol.m}^{-2}$)	103
19a.	Rata-rata Kandungan Klorofil Total ($\mu\text{mol.m}^{-2}$)	104
19b.	Sidik Ragam Kandungan Klorofil Total ($\mu\text{mol.m}^{-2}$)	104
20a.	Rata-rata Kerapatan Stomata ($\text{stomata}.\mu\text{m}^{-2}$)	105
20b.	Sidik Ragam Kerapatan Stomata ($\text{stomata}.\mu\text{m}^{-2}$)	105
21a.	Rata-rata Luas Bukaan Stomata (μm^2)	106
21b.	Sidik Ragam Luas Bukaan Stomata (μm^2).....	106
22a.	Rata-rata Indeks Warna <i>Red</i>	107
22b.	Sidik Ragam Indeks Warna <i>Red</i>	107
23a.	Rata-rata Indeks Warna <i>Green</i>	108
23b.	Sidik Ragam Indeks Warna <i>Green</i>	108
24a.	Rata-rata Indeks Warna <i>Blue</i>	109
24b.	Sidik Ragam Indeks Warna <i>Blue</i>	109
25a.	Rata-rata Rasio Indeks Warna <i>Green</i> terhadap <i>Red</i>	110
25b.	Sidik Ragam Rasio Indeks Warna <i>Green</i> terhadap <i>Red</i>	110
26a.	Rata-rata Rasio Indeks Warna <i>Red</i> terhadap <i>Blue</i>	111
26b.	Sidik Ragam Rasio Indeks Warna <i>Red</i> terhadap <i>Blue</i>	111
27a.	Rata-rata Rasio Indeks Warna <i>Green</i> terhadap <i>Blue</i>	112
27b.	Sidik Ragam Rasio Indeks Warna <i>Green</i> terhadap <i>Blue</i>	112
28a.	Rata-rata Lebar Tajuk (cm)	113
28b.	Sidik Ragam Lebar Tajuk (cm)	113
29a.	Rata-rata Luas Area Total Tanaman (cm^2).....	114
29b.	Sidik Ragam Luas Area Total Tanaman (cm^2).....	114
30a.	Rata-rata Luas Area Hijau Tanaman (cm^2)	115
30b.	Sidik Ragam Luas Area Hijau Tanaman (cm^2)	115
31a.	Rata-rata Rasio Luas Area Total Tanaman dan Hijau Tanaman (cm^2)	116
31b.	Sidik Ragam Rasio Luas Area Total Tanaman dan Hijau Tanaman (cm^2)	116

DAFTAR GAMBAR

No.	Teks	Halaman
1.	Langkah-langkah Pengamatan <i>Image-processing</i>	21
Lampiran		
2.	Denah Penelitian.....	84
3.	Pelaksanaan Penelitian meliputi Penimbangan bahan kimia untuk pembuatan larutan nutrisi (A), Penyemaian benih selada (B), Penanaman selada pada instalasi (C), Penambahan dan pengontrolan larutan nutrisi (D), Pengukuran indeks klorofil menggunakan CCM 200 (E), Pengamatan parameter <i>image-processing</i> (F), Pengamatan stomata (G), dan Analisis <i>image-processing</i> (H)	117
4.	Penampilan pada komposisi nutrisi hidroponik kalium 346 ppm dan perbandingan ammonium dan nitrat 1:3,8 (n1) pada beberapa varietas selada v1 (A), selada v2 (B), selada v3 (C), selada v4 (D), selada v5 (E), selada v6 (F), dan selada v7 (G)	118
5.	Penampilan pada komposisi nutrisi hidroponik kalium 376 ppm dan perbandingan ammonium dan nitrat 1:4 (n2) pada beberapa varietas selada v1 (A), selada v2 (B), selada v3 (C), selada v4 (D), selada v5 (E), selada v6 (F), dan selada v7 (G)	118
6.	Penampilan komposisi nutrisi hidroponik kalium 406 ppm dan perbandingan ammonium dan nitrat 1:4,2 (n3) pada beberapa varietas selada v1 (A), selada v2 (B), selada v3 (C), selada v4 (D), selada v5 (E), selada v6 (F), dan selada v7 (G)	119
7.	Penampilan pada komposisi nutrisi hidroponik kalium 436 ppm dan perbandingan ammonium dan nitrat 1:4,4 (n4) pada beberapa varietas selada v1 (A), selada v2 (B), selada v3 (C), selada v4 (D), selada v5 (E), selada v6 (F), dan selada v7 (G)	119

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Selada merupakan salah satu tanaman hortikultura yang memiliki nilai ekonomis dan menjadi bahan pangan kaya akan manfaat. Selada menyumbangkan sejumlah besar senyawa seperti *polifenol*, vitamin A, vitamin C, vitamin E, kalsium, dan zat besi bagi kesehatan tubuh. Selain itu, selada dapat menjadi sumber antioksidan dan mampu menangkap aktivitas radikal bebas yang tinggi sehingga dapat mencegah penyakit kronis (Sublett *et al.*, 2018). Berdasarkan data United Nations tahun 2019 menunjukkan bahwa populasi dunia sebanyak 7,7 miliar orang pada tahun 2020 dan akan meningkat menjadi sekitar 9,7 miliar orang pada tahun 2050. Pertumbuhan populasi, konsumsi, dan permintaan global akan pangan dan sayuran akan terus meningkat setidaknya 40 tahun kedepan (Sundar dan Chen, 2020), sehingga upaya peningkatan produksi selada perlu dilakukan untuk memenuhi kebutuhan pasar global dan nasional.

Peningkatan produktivitas selada dapat dilakukan dengan perbaikan teknik budidaya, penggunaan varietas unggul, dan memperhatikan syarat tumbuh selada. Pada tahun 2018 konsumsi sayuran di Indonesia meningkat menjadi 2,29 kg/kapita/tahun, sedangkan produktivitas sayuran pada tahun 2018 menurun dari 17,53% menjadi 16,99%. Penurunan luas panen sebesar 1,77% akibat alih fungsi lahan pertanian menyebabkan penurunan produktivitas tanaman sayuran di Indonesia (Kementrian Pertanian RI, 2019). Hal tersebut mendorong penerapan teknik budidaya dengan konsep Pertanian Modern atau *Urban Agriculture* (UA). Penerapan pertanian modern memiliki potensi yang signifikan untuk

meningkatkan ketahanan pangan pada suatu daerah (Toboso-Chavero *et al.*, 2019). Peningkatan area hijau di lanskap perkotaan menjadi populer dan penerapan teknologi dapat meningkatkan penghijauan dan produksi pangan dan sayuran sekaligus yang dilakukan di bagian atap bangunan maupun di sekitar halaman rumah (Appolloni *et al.*, 2021)

Salah satu teknik budidaya dalam konsep *Urban Agriculture* (UA) adalah pengembangan teknik budidaya melalui penerapan pertanian lahan sempit menggunakan hidroponik. Sistem hidroponik memiliki keunggulan diantaranya produk yang dihasilkan lebih bersih, terhindar dari OPT, dan pemberian nutrisi yang diberikan ke tanaman sudah tersedia (Puspa, 2017). Pemberian nutrisi larutan nutrisi AB-mix dapat mendukung peningkatan pertumbuhan dan produksi pada selada secara hidroponik. Larutan nutrisi AB-mix mengandung semua unsur hara esensial yang dibutuhkan tanaman agar tercapai pertumbuhan yang optimal. Kekurangan ataupun kelebihan nutrisi pada tanaman dapat menimbulkan dampak negatif bagi pertumbuhan tanaman (Setiawan, 2018).

Pembuatan larutan nutrisi AB-mix dapat dilakukan dengan menggunakan formula *Hoagland Nutrient Solution* (HNS). Pengujian terhadap pengaruh dari formula *Hoagland Nutrient Solution* pada selada telah sering dilakukan. Penelitian Laraswati (2019) menguji pengaruh *Hoagland Nutrient Solution* pada selada memperlihatkan bahwa perbandingan ammonium dan nitrat 1:4 dan menggunakan konsentrasi unsur kalium sebesar 376 ppm pada *Hoagland Nutrient Solution* sebagai nutrisi hidroponik memberikan produksi yang tertinggi pada penelitiannya. Berdasarkan penelitian Zhang *et al.* (2017) juga menunjukkan

bahwa peningkatan kandungan kalium dalam nutrisi AB-mix dengan cara pemberian KNO_3 sebanyak 400 mg/L menunjukkan peningkatan pada kandungan klorofil, bobot segar, bobot kering, laju fotosintesis, bukaan stomata, dan laju transpirasi pada selada. Penambahan KNO_3 mampu memperbaiki kualitas hasil pascapanen khususnya parameter penampilan, warna, dan rasa pada selada. Seiring dengan peningkatan kalium dengan penambahan KNO_3 menyebabkan peningkatan kandungan nitrat yang juga mempengaruhi perbandingan ammonium terhadap nitrat. Penelitian Wenceslau *et al.* (2021) menunjukkan bahwa semakin tinggi rasio nitrat terhadap ammonium mampu meningkatkan produktivitas selada dibandingkan rasio ammonium terhadap nitrat. Hal ini dikarenakan rasio nitrat dan ammonium yang tepat dapat mengurangi efek toksik dari ammonium. Oleh sebab itu, pengembangan larutan nutrisi hidroponik dengan komposisi yang tepat perlu diteliti lebih lanjut.

Penggunaan varietas unggul selada juga dapat menjadi upaya dalam peningkatan produksi selada. Untuk mengetahui varietas yang unggul untuk budidaya hidroponik maka perlu evaluasi pertumbuhan dan produksi beberapa varietas selada. Hal ini dikarenakan setiap varietas mempunyai karakteristik berbeda dalam fenotipnya akibat faktor genetik masing-masing varietas (Furoidah, 2018). Semakin banyak varietas selada yang memiliki pertumbuhan dan produksi terbaik maka semakin banyak varietas yang dapat direkomendasikan dalam budidaya hidroponik. Selain itu, faktor lingkungan seperti penggunaan nutrisi memiliki pengaruh terhadap produksi, kandungan klorofil, dan fotosintesis selada. Untuk mengevaluasi pertumbuhan berbagai varietas selada secara terus-

menerus, stabil, dan konsisten maka perlu digunakan metode yang efektif (Du *et al.*, 2020).

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengetahui pengaruh larutan nutrisi hidroponik terhadap pertumbuhan beberapa varietas selada secara akurat dan dalam waktu yang singkat adalah dengan menggunakan *Artificial Intelligence* (AI) atau kecerdasan buatan. Sistem yang menerapkan AI terbukti dapat membantu menyelesaikan penelitian secara akurat dan efektif (Bannerjee *et al.*, 2018). Salah satu metode penerapan AI yang banyak dilakukan yaitu *image-processing*. *Image-processing* merupakan metode analisis hasil citra menggunakan teknik komputasi atau algoritma pada komputer untuk tujuan tertentu (Siddiqui *et al.*, 2019). Teknologi fenotip berbasis *image-processing* digunakan untuk mengkarakterisasi respon morfologi dan fisiologi tanaman menggunakan citra digital untuk memudahkan penghitungan fenotipe dengan menganalisis tanaman secara akurat dalam jumlah banyak dan waktu yang singkat (Das Choudury *et al.*, 2018). *Image-processing* penting dalam proses mengidentifikasi morfologi suatu tanaman dan menganalisis kesehatan tanaman terhadap defisiensi hara (Laraswati *et al.*, 2021, dan Sahana *et al.*, 2022). Oleh karena itu, metode *image-processing* dapat digunakan untuk mengetahui respon pertumbuhan selada pada pemberian nutrisi hidroponik AB-mix dengan beberapa konsentrasi unsur kalium sehingga dapat menghasilkan model nutrisi hidroponik baru pada selada.

Berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukan penelitian mengenai respon berbagai varietas selada pada beberapa komposisi nutrisi hidroponik untuk

meningkatkan pertumbuhan dan produksi selada. Agar diperoleh hasil penelitian yang lebih akurat dan dapat dilakukan dalam waktu yang singkat maka digunakan metode *image-processing*.

1.2 Hipotesis

1. Terdapat interaksi antara komposisi nutrisi hidroponik dan varietas selada yang memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan dan produksi selada
2. Terdapat satu atau lebih komposisi nutrisi hidroponik yang memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan dan produksi selada
3. Terdapat satu atau lebih varietas selada yang memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan dan produksi selada
4. Terdapat korelasi antara parameter pertumbuhan dengan parameter produksi.

1.3 Tujuan dan Kegunaan

1. Untuk mengetahui interaksi antara komposisi nutrisi hidroponik dan varietas selada yang memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan dan produksi selada
2. Untuk mengetahui komposisi nutrisi hidroponik yang memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan dan produksi selada
3. Untuk mengetahui varietas selada yang memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan dan produksi selada
4. Untuk mengetahui korelasi antara parameter pertumbuhan dengan parameter produksi.

Kegunaan penelitian adalah diharapkan dapat menjadi bahan informasi dalam analisis respon berbagai varietas selada pada beberapa komposisi nutrisi hidroponik yang memberikan pengaruh terbaik terhadap pertumbuhan dan produksi selada menggunakan metode *image-processing* agar dapat berguna untuk penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Selada

Selada merupakan tanaman hortikultura yang banyak dikonsumsi masyarakat karena tampilannya yang menyegarkan, memiliki prospek dan nilai komersial yang tinggi, dan mengandung gizi tinggi khususnya mineral. Kandungan gizi dalam 100 g selada antara lain kalori 15,00 kal, protein 1,20 g, lemak 0,2 g, karbohidrat 2,9 g, Ca 22,00 mg, P 25 mg, Fe 0,5 mg, Vitamin A 540 SI, Vitamin B 0,04 mg dan air 94,80 g (Triwahyuni dan Lasmini, 2020).

Menurut Laraswati (2019), klasifikasi tanaman selada yaitu sebagai berikut :

Kingdom : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Sub Divisi : Angiospermae
Kelas : Dicotyledoneae
Ordo : Asterales
Famili : Asteraceae
Genus : Lactuca
Spesies : *Lactuca sativa* L.

Selada memiliki sistem perakaran tunggang dan serabut. Akar serabut menempel pada batang dan tumbuh menyebar ke semua arah pada kedalaman 20 - 50 cm atau lebih. Tanaman selada memiliki batang sejati yang hampir tidak terlihat dan terletak pada bagian dasar yang berada di dalam tanah. Pada fase vegetatif, batang tanaman selada pendek dan berbuku-buku sebagai tempat kedudukan daun. Setelah memasuki fase generatif, batang tanaman selada akan

memanjang. Daun selada memiliki bentuk, ukuran, dan warna yang beragam sesuai varietasnya masing-masing. Secara umum, selada memiliki ukuran daun bervariasi, helaian daunnya lepas, tepian daun berombak atau bergerigi, dan berwarna hijau atau merah (Saparianto, 2013).

2.2 Nutrisi Hidroponik

Budidaya dengan sistem hidroponik difokuskan pada cara pemberian air dan hara yang optimal, sesuai dengan kebutuhan tanaman, umur tanaman, dan kondisi lingkungan sehingga tercapai hasil yang maksimum (Roidah, 2016). Nutrisi pada hidroponik diperoleh dengan mencampurkan formula cair A dan B, biasa disebut dengan Nutrisi AB Mix (Rakhman *et al.*, 2015). Larutan nutrisi dibuat dengan cara melarutkan garam-garam mineral ke dalam air hingga memisahkan diri menjadi ion. Ion-ion tersebut akan diserap oleh tanaman secara kontinu karena akar tanaman selalu bersentuhan dengan larutan (Mujiono, 2016).

Pemberian nutrisi pada tanaman hidroponik penting dilakukan karena menyangkut kebutuhan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman. Unsur hara yang terdapat di dalam air tidak selalu mencukupi untuk memacu pertumbuhan tanaman secara optimal. Nutrisi hidroponik merupakan suplai unsur hara bagi tanaman yang mengandung unsur hara makro (N, P, K, Ca, Mg, S) dan unsur hara mikro (B, Cu, Zn, Fe, Mo, Mn, Cl, Na, Co, Si, Ni) yang berasal dari pupuk organik maupun pupuk anorganik (Saputra *et al.*, 2021).

Salah satu formula nutrisi hidroponik yang paling umum digunakan dalam membuat nutrisi AB-mix adalah formula *Hoagland*. Formula nutrisi AB-mix *Hoagland* yang baik untuk pertumbuhan tanaman selada terdiri dari ion-ion

dengan konsentrasi yaitu N 210 ppm, K 235 ppm, Ca 200 ppm, P 31 ppm, S 64 ppm, Mg 48 ppm, B 0.5 ppm, Fe 1 sampai 5 ppm, Mn 0.5 ppm, Zn 0.05 ppm, Cu 0.02 ppm, dan Mo 0.01 ppm. Formula nutrisi AB-mix Hoagland dapat meningkatkan pertumbuhan dan produksi hasil pada tanaman selada (Hosseini *et al.*, 2021).

Hasil penelitian Laraswati (2019) menunjukkan formula nutrisi hidroponik menggunakan Hoagland Nutrient Solution dengan modifikasi perbandingan ammonium : nitrat yaitu 1:4 dan menggunakan konsentrasi unsur kalium sebesar 376 ppm menunjukkan hasil terbaik pada pertumbuhan dan produksi selada. Formula nutrisi hidroponik ini terdiri dari stok A dan B dengan beberapa senyawa kimia yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Formula larutan nutrisi hidroponik dengan modifikasi perbandingan ammonium : nitrat yaitu 1:4 dan konsentrasi kalium sebesar 376 ppm

No	Nama Senyawa	Rumus Kimia	Stok A/B	Perlakuan nutrisi (g/1000 L)
1	Calcium Nitrate	$5Ca(NO_3)_2 \cdot NH_4NO_3 \cdot 10H_2O$	A	800.0
2	Potassium Nitrate	KNO_3	A	339.0
3	Potassium Nitrate	KNO_3	B	199.5
4	Sulphate of Potash	K_2SO_4	B	50.0
5	Monopotassium Phosphate	KH_2PO_4	B	340.0
6	Magnesium Sulphate	$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	B	215.0
7	Ammonium Sulphate (ZA)	$(NH_4)_2SO_4$	B	90.5
8	Ammonium Nitrate	NH_4NO_3	A	70.0
9	Zwaveluur Kali (ZK)	$K_2SO_4 \cdot 2MgSO_4$	B	305.0
10	Potassium Chloride	KCl	A	0.5
11	Diamonium Phosphate	$(NH_4)_2 H_2PO_4$	B	50.0
12	FeEDTA	$C_{10}H_{12}N_2O_8$ $FeNa \cdot 3H_2O$	A	29.9
13	FeEDDHA	$C_{18}H_{16}N_2O_6$	A	15.0

		FeNa		
14	Boric Acid	H ₃ BO ₃	B	2.9
15	ZnEDTA	C ₁₀ H ₁₂ N ₂ Na ₂ O ₈ Zn	B	0.4
16	MnEDTA	C ₁₀ H ₁₄ MnN ₂ O ₈	B	0.4
18	Sodium Molibdat	Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O	B	0.15
19	Mangan Sulfat	MnSO ₄ .4H ₂ O	B	1
20	Zinc Sulfat	ZnSO ₄ .7H ₂ O	B	0.2
21	Cupri Sulfat	CuSO ₄ .5H ₂ O	B	0.25

Sumber: Laraswati, 2019.

2.3 Kebutuhan Hara pada Selada

Tanaman selada membutuhkan unsur hara N sebanyak 70 – 250 ppm, unsur hara P sebanyak 15 – 80 ppm, unsur hara K sebanyak 150 – 400 ppm, unsur hara Ca sebanyak 70 – 200 ppm, unsur hara Mg sebanyak 15 – 80 ppm, unsur hara S sebanyak 20 – 200 ppm, unsur hara Fe sebanyak 0,8 – 6 ppm, unsur hara Mn sebanyak 0,5 – 2 ppm, unsur hara Cu sebanyak 0,05 – 0,3 ppm, unsur hara Zn sebanyak 0,1 – 0,5 ppm, unsur hara B sebanyak 0,1 – 0,6 ppm, dan unsur hara Mo sebanyak 0,05 – 0,15 ppm (Warganegara, 2014). Total maksimal kebutuhan selada pada awal pertumbuhan yaitu 560 ppm sedangkan pada akhir pertumbuhan yaitu 840 ppm pada nutrisi hidroponik. Angka ppm dapat berubah dengan toleransi hingga kurang lebih 50 ppm (Umar *et al.*, 2016).

Kebutuhan hara pada selada secara hidroponik dapat dipenuhi dengan pemberian nutrisi yang terdiri dari garam-garam mineral. Jenis garam yang direkomendasikan untuk nutrisi hidroponik terdiri dari kalsium nitrat 15,5% N (1% NH₄-N), Kalium nitrat 13% N, Ammonium nitrat 33% N, Monokalium fosfat 21% P, Kalium nitrat 37% K, Monokalium fosfat 25% K, Kalium sulfat 40% K, Magnesium sulfat 10% Mg, Kalsium nitrat 20% Ca, Kalsium klorida 36%

Ca, Magnesium sulfat 13% S, Kalium sulfat 18% S, Fe-EDTA 6-14% Fe, Fe-EPTA 6-14%Fe, Mangan sulfat 24% Mn, Asam borat 18% B, Sodium borat 11-14% B, Zinc sulfat 23% Zn, Zinc EDTA 23% Zn, Copper sulfat 25% Cu, Copper EDTA 25% Cu, Ammonium molibdat 48% Mo, dan Sodium molibdat 39% Mo (Warganegara, 2014).

2.4 Pengaruh Unsur Kalium serta Perbandingan Ammonium dan Nitrat terhadap Pertumbuhan Selada

Unsur kalium adalah salah satu dari tiga nutrisi utama yang dibutuhkan untuk pertumbuhan yang normal pada tanaman. Unsur ini berperan dalam banyak proses fisiologis, termasuk fotosintesis, transpirasi, dan pertumbuhan dan perkembangan tanaman itu sendiri. Kalium berperan penting dalam proses fotosintesis karena unsur ini terlibat dalam regulasi stomata, sintesis ATP, dan aktivasi enzim. Kekurangan kalium menyebabkan penurunan laju fotosintesis dan transpirasi melalui aktuasi penutupan stomata sehingga menekan pertumbuhan tanaman. (Zhang *et al.*, 2017). Gejala kekurangan kalium ditunjukkan dengan tajuk tanaman bagian atas berwarna hitam, pertumbuhan tanaman lebih pendek, dan terjadi nekrosis dimulai dari ujung daun. Sedangkan kelebihan kalium dapat menekan pertumbuhan dan hasil panen (Nasaruddin dan Musa, 2012).

Kalium Nitrat atau KNO_3 merupakan salah satu nutrisi yang digunakan dalam larutan nutrisi hidroponik. Kalium nitrat mampu memperbaiki kualitas hasil pascapanen seperti rasa dan warna pada produk, meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit, meningkatkan toleransi kekeringan, memerangi salinitas, meningkatkan efisiensi penggunaan air tanaman, dan menghemat air.

Kalium dalam Kalium Nitrat berperan dalam mencegah kehilangan air, memperbaiki sifat tanah, meningkatkan ketersediaan fosfor dan unsur hara mikro, mudah ditangani dan diaplikasikan, dan kompatibel dengan pupuk lain (Dadhaniya *et al.*, 2018).

Seiring dengan peningkatan KNO_3 pada nutrisi hidroponik menyebabkan peningkatan kandungan nitrogen yang akan diserap tanaman dan mempengaruhi perbandingan amonium dan nitrat di dalamnya. Penyerapan nitrogen pada tanaman dalam bentuk amonium akan meningkatkan ketersediaan protein. Amonium lebih efisien daripada nitrat dalam meningkatkan kehijauan sayuran daun, akan tetapi tanaman akan mengalami deteriorasi dan penurunan bobot kering karena kerusakan sistem perakaran, namun penyerapan dalam bentuk nitrat dapat menyebabkan hanya sebagian nitrat yang diasimilasi dalam akar dan sebagian nitrat diangkut ke batang. Nitrat berperan dalam meningkatkan kandungan karbohidrat dan kandungan karboksilat lebih tinggi dibandingkan amonium. Penggunaan rasio nitrat terhadap amonium dalam jumlah yang lebih besar dapat berfungsi untuk menciptakan sel yang kompak, sehingga tanaman berdiri tegap dan meningkatkan berat basah tajuk, serta menimbulkan cita rasa yang baik (Laraswati, 2019).

2.5 *Image-processing*

Image-processing adalah metode atau teknik komputasi untuk menganalisis gambar ke dalam bentuk digital untuk tujuan tertentu. Pada awalnya pengolahan gambar ini berfungsi untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas gambar, namun dengan perkembangan zaman dan

munculnya ilmu komputasi sehingga memungkinkan manusia dapat mengambil suatu informasi yang ada dalam suatu gambar. Inputnya adalah citra (gambar) dan outputnya adalah citra yang sudah diperbagus kualitasnya. Analisis *image-processing* adalah analisis citra sehingga menghasilkan suatu informasi untuk menetapkan keputusan menggunakan *Artificial intelligence* (AI) (Bannerjee *et al.*, 2018).

Citra atau *image* adalah angka. Citra dapat berupa foto atau penampang lintang dari suatu benda dan lain sebagainya. Di komputer, warna dapat dinyatakan, misalnya sebagai angka dalam bentuk skala RGB (*Red Green Blue*). Karena citra adalah angka, maka citra dapat diproses secara digital (Bindu *et al.*, 2020). Metode *image-processing* memiliki keuntungan yaitu tidak merusak, data fenotipik dapat dikumpulkan dari tanaman yang telah diteliti dalam waktu yang singkat, dan dapat digunakan secara otomatis sehingga memungkinkan untuk meneliti dalam ukuran sampel yang banyak (Mutka dan Bart, 2015).

Dalam penelitian ini, *image-processing* digunakan untuk mengamati fenotipe tanaman seperti indeks RGB maupun parameter total area hijau yang dapat menunjukkan pengaruh kelebihan atau kekurangan unsur hara terhadap pertumbuhan tanaman selada. Hal ini dikarenakan pengaruh kekurangan atau kelebihan unsur hara pada tanaman dapat diketahui dari nilai indeks RGB, total area hijau, maupun axis X pada tanaman. Menurut Latte dan Shidnal (2016) indeks RGB (*Red, Green, Blue*) dapat digunakan sebagai metode untuk mendapatkan sifat daun yang sehat. Daun yang sehat memiliki nilai indeks warna *Green* yang dominan dibandingkan indeks warna *Red* dan *Blue*.

Sedangkan daun yang menunjukkan defisiensi kalium menunjukkan nilai indeks warna *Blue* yang lebih dominan dibandingkan indeks warna *Green*. Berdasarkan penelitian Laraswati *et al.* (2021) menunjukkan bahwa nutrisi AB-mix yang ditambahkan perlakuan PEG untuk menciptakan kondisi cekaman kekeringan berpengaruh terhadap penurunan axis X, luas area tanaman, dan total area hijau pada tanaman. Cekaman kekeringan pada tanaman menyebabkan warna daun menjadi kuning sehingga total area hijau pada *image-processing* akan berkurang. Selain itu, beberapa penelitian telah menunjukkan pengamatan *image-processing* dapat mewakili beberapa pengamatan karakter morfologi dan fisiologi tanaman

2.6 Heritabilitas dan Keragaman Genetik

Konsep heritabilitas mengacu pada peranan faktor genetik dan lingkungan terhadap pewarisan sifat suatu karakter tanaman (Wantini, 2013). Semakin tinggi heritabilitas maka semakin besar pengaruh genetik daripada pengaruh lingkungan terhadap fenotipe tanaman (Syukur *et al.*, 2015). Keragaman fenotipe yang diamati pada tanaman disebabkan oleh faktor genetik. Heritabilitas yang tinggi pada suatu karakter menunjukkan bahwa karakter tersebut lebih dipengaruhi oleh faktor genetik dibandingkan faktor lingkungan maka karakter tersebut lebih mudah untuk diwariskan (Izzah dan Reflinur, 2018).

Berdasarkan penelitian Dun *et al.* (2019) bahwa dua varietas *Brassica napus* L. dan beberapa genotipe hasil persilangan dua varietas tersebut menunjukkan respon yang berbeda pada konsentrasi kalium rendah dan konsentrasi kalium tinggi dalam nutrisi hidroponik. Dalam penelitian ini, analisis heritabilitas

digunakan untuk mengungkap dasar genetik dari efisiensi penggunaan kalium pada tanaman tersebut. Heritabilitas yang tinggi menunjukkan bahwa karakter biomassa dikendalikan oleh faktor genetik daripada lingkungannya. Beberapa varietas memiliki respon yang berbeda terhadap konsentrasi kalium tinggi akibat kemampuan genetik yang berbeda. Karakter biomassa memiliki heritabilitas tinggi sehingga dapat diketahui karakter biomassa pada varietas selada dapat beradaptasi pada konsentrasi kalium tinggi dan dapat menghasilkan produksi tinggi karena kemampuan genetik dari tanaman itu sendiri. Perbedaan setiap varietas tanaman tersebut menunjukkan keragaman genetik yang berbeda pula.

Karakter atau fenotipe berbasis *image-processing* biasanya dipengaruhi oleh lingkungan, tapi sebagian besar variasi fenotipik dapat dikaitkan dengan faktor genetik. Seleksi dan identifikasi tidak langsung dari karakter *image-processing* dapat diterjemahkan menjadi perolehan genetik yang lebih signifikan (Brzozowski dan Mazourek, 2020). Jika karakteristik terkait dengan dasar genetik memiliki heritabilitas yang tinggi maka karakter tersebut cocok untuk mengevaluasi sifat-sifat *image-processing*. Tingginya heritabilitas suatu karakter menunjukkan kontribusi yang minimal dari faktor lingkungan (Du *et al.*, 2021).