

**SIMULASI MODEL AQUACROP UNTUK ANALISIS MANAJEMEN  
KESUBURAN TANAH SAWAH DI DESA TANABANGKA,  
KABUPATEN GOWA**

**RISKA MULIANA**  
**G111 14 305**



**DEPARTEMEN ILMU TANAH  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2019**



Optimization Software:  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

**SIMULASI MODEL AQUACROP UNTUK ANALISIS MANAJEMEN  
KESUBURAN TANAH SAWAH DI DESA TANABANGKA,  
KABUPATEN GOWA**



**Riska Muliana  
G111 14 305**

Skripsi  
Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar  
Sarjana Pertaniann  
Pada  
Departemen Ilmu Tanah  
Fakultas Pertanian  
Universitas Hasanuddin

**DEPARTEMEN ILMU TANAH  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2019**



Judul Skripsi : Simulasi Model AquaCrop Untuk Analisis Manajemen Kesuburan Tanah Sawah Di Desa Tanabangka, Kabupaten Gowa

Nama : Riska Muliana

NIM : G11114305

Disetujui oleh

Ir. Masyhur Svafiuiddin, M.P  
Pembimbing I

Dr. Ir. Burhanuddin Rasvid, M. Sc  
Pembimbing II

Diketahui oleh



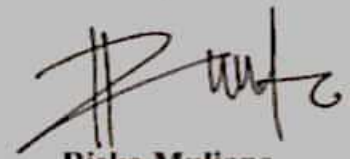
Dr. Rismaneswati, SP., M.P  
Ketua Departemen Ilmu Tanah



## DEKLARASI

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul “Simulasi Model AquaCrop Untuk Analisis Manajemen Kesuburan Tanah Sawah di Desa Tanabangka, Kabupaten Gowa” benar adalah karya saya dengan arahan tim pembimbing, belum pernah diajukan atau tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Saya menyatakan bahwa, semua sumber informasi yang digunakan telah disebutkan di dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

Makassar, 9 Mei 2019



**Riska Muliana**

G11114305



## ABSTRAK

Riska Muliana.. Simulasi Model AquaCrop Untuk Analisis Manajemen Kesuburan Tanah Sawah Di Desa Tanabangka, Kabupaten Gowa Pembimbing: Ir. Masyhur Syafiuddin,M.P dan Dr. Ir. Burhanuddin Rasyid, M. Sc

Produksi padi di Kecamatan Bajeng Barat cenderung tetap pada tahun 2015 dan 2016, sementara luas lahan semakin meningkat. Kondisi kesuburan tanah yang rendah berdampak pada tingkat produksi. Perbaikan lahan merupakan salah satu cara untuk meningkatkan produksi yang dapat dilakukan dengan cara menggunakan teknologi manajemen tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mensimulasikan produktivitas tanaman padi menggunakan model AquaCrop dan mengetahui faktor-faktor pembatas produksi tanaman padi sawah. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi bahan rujukan bagi petani dan pemerintah untuk pengembangan tanaman padi. Penelitian ini dilaksanakan di Desa Tanabangka, Kecamatan Bajeng Barat, Kabupaten Gowa pada bulan Agustus 2018-Maret 2019. Pengambilan sampel tanah menggunakan metode *purposive sampling* pada delapan petak sawah, setiap petak diambil sampel tanah terganggu pada kedalaman 0-20cm selanjutnya dianalisis di laboratorium. Parameter sifat tanah yang digunakan yaitu tekstur, pH, C-organik, KTK,N-total, P-tersedia, dan K-tersedia, selanjutnya semua data yang terkumpul disimulasi pada AquaCrop. Hasil penelitian menunjukkan tanah sawah di lokasi berkategori rendah yang berbanding lurus dengan produktivitas yang hanya berkisar 3-5,3 ton/ha. Sementara hasil simulasi menunjukkan produksi potensial berkisar 6,8-7,8ton/ha dengan persentasi kanopi optimal tanaman 85% sehingga perlu dilakukan perbaikan kualitas tanah melalui pemupukan yang tepat (jenis, dosis, dan waktu).

Kata kunci : AquaCrop, kesuburan tanah, manajemen lahan, produksi



## ABSTRACT

Riska Muliana. Simulasi of AquaCrop To Analisis Rice Soil Fertility Management in Tanabangka Village, Gowa District. Supervised by Ir. Masyhur Syafiuddin., S.P., M.P and Dr. Ir. Burhanuddin Rasyid, M. Sc

*Rice production in West Bajeng sub-district tends to remain in 2015 and 2016, while land area is increasing. Soil fertility in low conditions have direct effect to the production level. Land improvement was a choice to increase production which could be done by introducing plant management technology. This research aims to simulate the productivity of rice using the AquaCrop model and find out the limiting factors of rice paddy plant production. The results of the research are expected to be a reference material for farmers and the government for the development of rice plants. This research was carried out in Tanabangka Village, West Bajeng sub district, Gowa District in August 2018-March 2019. Soil sampling using a purposive sampling method in eight plots of rice fields, each plot was taken from disturbed soil samples at a depth of 0-20cm then analyzed in the laboratory. The soil properties parameters used were texture, pH, C- organic, KTK, N-total, P-available, and K-available, then all collected datas were simulated on AquaCrop. The results showed that rice fields in low-category locations were directly proportional to productivity which only ranged from 3-5.3 tons / ha. While the simulation results show that potential production ranges from 6.8 to 7.8 tons / ha with an optimal percentage of canopy plants of 85% so it is necessary to improve soil quality through proper fertilization (type, dose and time).*

Keywords: AquaCrop, soil fertility, field management, production



## PERSANTUNAN

*Bismillahirrahmanirrahim*

Segala puji kepada Tuhan yang Maha Esa, karena sampai hari ini segala nikmat telah kita rasakan. Salam kepada Rasulullah Muhammad SAW sebagai suri tauladan kita dalam beraktivitas. Penelitian dan skripsi ini tidak mungkin dapat selesai tanpa dukungan moril dan materil dari orang-orang tercinta, yang semoga Allah SWT membalas semuanya dan menghitungnya sebagai ibadah. Pertama kepada bapak Ir. Masyhur Syafiuddin., M.P dan Dr. Ir. Burhanuddin Rasyid, M.Sc serta selaku pembimbing yang senantiasa meluangkan waktu dan memberikan arahan dengan tulus dan penuh kesabaran kepada *penulis* dalam menyelesaikan skripsi ini. Teruntuk Ibu Dr. Sartika Laban., S.P., M.P terima kasih atas banyak waktu luang yang diberikan kepada penulis, telah memberikan informasi, data, dan banyak saran selama penelitian ini berlangsung. Kepada seluruh dosen yang telah memberikan banyak ilmu selama di kampus, dan kepada staf, terkhusus Kak Hilma selaku pegawai departemen yang memudahkan segala proses administrasi hingga pengurusan skripsi ini berjalan lancar. Tim di lapangan, Kak Nasrul, Kak Akbar, Rais, Tegar yang telah berkorban waktu dan tenaga selama pengambilan sampel. Kepada kak Magfira Djamaluddin yang selalu memback-up penulis dan telah membantu dalam pembuatan peta kerja. Saudari seperjuangan skripsi Kak Nasrul, Mute, Dede, dan Kak Akbar terima kasih atas bantuan, kerja samanya dalam membantu penyusunan skripsi hingga kerja-kerja administrasi dan juga saudari Utti telah membantu di laboratorium. Saudara Ian yang selalu bersedia membantu penulis dalam mendesain, kemudian kepada teman-teman organisasi, FMA, BEM, HIMTI, Bangku Pelosok, yang terus memberikan dorongan, pengalaman dan pelajaran hidup yang berarti selama menjalani hari-hari di kampus dan mengabdikan di masyarakat, kepada saudara-saudari Ilmu Tanah 2014 terima kasih atas kerja sama dan semangatnya selama ini. Terakhir, kepada orang

keluarga terima kasih atas semua usaha yang telah diberikan baik moril materil. Semoga Allah membalas semua kebaikannya.



## DAFTAR ISI

<b>DEKLARASI</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>v</b>
<b>PERSANTUNAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>x</b>
<b>1. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan penelitian.....	3
1.3 Kegunaan penelitian.....	3
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 AquaCrop .....	4
2.1.1 Deskripsi model AquaCrop .....	4
2.1.2 Parameter input AquaCrop .....	6
2.2 Ekofisiologi tanaman padi .....	13
2.3 Kesuburan tanah.....	14
2.4 Sifat kimia tanah .....	15
2.4.1 Reaksi tanah (pH) .....	16
2.4.2 Bahan organik.....	16
2.4.3 Nitrogen (N) .....	17
2.4.4 Fosfor (P).....	18
2.4.5 Kalium (K).....	19
Kapasitas Tukar kation (KTK) .....	19





<b>3. METODE</b>	
3.1 Waktu dan tempat .....	20
3.2 Jenis dan sumber data .....	20
3.3 Bahan dan alat .....	21
3.4 Alur dan tahapan penelitian .....	23
<b>4. KONDISI UMUM WILAYAH</b>	
4.1 Iklim.....	29
4.2 Karakteristik lahan.....	32
<b>5. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
5.1 Hasil .....	33
5.2 Pembahasan.....	45
5.2.1 Sifat tanah .....	41
5.2.2 Manajemen lahan sawah.....	45
5.2.3 Pengaruh manajemen lahan dan sifat tanah terhadap pertumbuhan tanaman.....	48
<b>6. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>49</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>50</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai indikatif duabelas kelas tekstur tanah pada <i>AquaCrop</i> .....	12
Tabel 3.1 Bahan analisis sampel tanah .....	21
Tabel 3.2 Peralatan survei .....	22
Tabel 3.3 Peralatan analisis sampel tanah.....	22
Tabel 3.4 Parameter dan metode analisis sampel tanah.....	24
Tabel 3.5 Kriteria penilaian sifat kimia tanah.....	25
Tabel 5.1 Hasil analisis sampel tanah .....	33
Tabel 5.2 Praktik manajemen lahan sawah .....	34
Tabel 5.3 Rekomendasi pupuk oleh PHSL .....	36
Tabel 5.4 Perbedaan dosis pemupukan petani dan PHSL.....	37
Tabel 5.5 Produksi aktual dan potensial hasil simulasi.....	41

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Aplikasi praktis AquaCrop.....	6
Gambar 2.2 Parameter input AquaCrop.....	7
Gambar 2.3 Karakter fisik dan tabel air tanah.....	11
Gambar 3.1 Alur simulasi model AquaCrop.....	26
Gambar 3.2 Alur penelitian.....	27
Gambar 3.3 Peta wilayah studi.....	28
Gambar 4.1 Curah hujan rata-rata.....	29
Gambar 4.2 Kelembaban rata-rata .....	31
Gambar 4.3 Suhu udara rata-rata .....	32
Gambar 5.1 Simulasi respon tanaman.....	40



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data curah hujan.....	54
Lampiran 2. Data kelembaban udara .....	54
Lampiran 3. Data suhu udara maksimum .....	55
Lampiran 4. Data suhu udara minimum.....	55
Lampiran 5. Data suhu udara rata-rata.....	66
Lampiran 6. Deskripsi tanaman padi varietas Cisantana .....	57
Lampiran 7. Deskripsi tanaman padi varietas IR42.....	58
Lampiran 8. Deskripsi tanaman padi varietas Inpari30 .....	59
Lampiran 9. Deskripsi tanaman padi varietas Ciherang .....	60
Lampiran 10. Deskripsi tanaman padi varietas Mekongga.....	61
Lampiran 11. Nilai Canopy Growth Coefficient (CGC) AquaCrop.....	62
Lampiran 12. Kadar air tanah pada berbagai tipe tekstur tanah.....	62
Lampiran 13. Parameter input aplikasi AquaCrop.....	63
Lampiran 14. Aplikasi AquaCrop.....	64
Lampiran 15. Menu utama AquaCrop .....	64
Lampiran 16. Parameter input AquaCrop .....	65
Lampiran 17 Kuisisioner wawancara .....	66
Lampiran 18. Dokumentasi.....	68



# 1. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar belakang

Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk Indonesia dengan laju pertumbuhan sebesar 1,49 persen per tahun maka kebutuhan bahan pangan beras di Indonesia dimasa akan datang juga semakin meningkat (Direktorat Pangan dan Pertanian, 2013). Untuk mengimbangi peningkatan kebutuhan beras tersebut, maka harus diimbangi dengan peningkatan produksi beras secara nasional.

Optimasi produktivitas padi melalui perbaikan kualitas tanah dan manajemen lahan merupakan salah satu peluang peningkatan produksi gabah nasional. Hal ini sangat dimungkinkan bila dikaitkan dengan hasil padi di berbagai lokasi. Rata-rata hasil 4,7 ton/ha, sedangkan potensinya dapat mencapai 6 – 7 ton/ha. (Pramono et al., 2005).

Kecamatan Bajeng Barat merupakan salah satu kecamatan yang terletak di Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan dengan jumlah penduduk sebesar 22.933 jiwa dengan mayoritas pekerjaan sebagai petani, terutama padi dan palawija (BPS, 2017). Produktivitas padi pada tahun 2015 sebesar 3,52 ton/ha dengan luas tanam 3.276 ha, sedangkan pada tahun 2016 dengan luas lahan 3.515 ha menghasilkan panen rata-rata yaitu 3,52 ton/ha (BPS, 2017). Peningkatan luas lahan di kecamatan ini tidak berdampak pada produksi tanaman, dapat dilihat rata-rata

en cenderung sama sementara luas lahan semakin bertambah, apalagi jika



dibandingkan dengan produktivitas rata-rata nasional yaitu 6 ton/ha, maka produktivitas tanaman padi di kecamatan ini masih tergolong rendah.

Melambatnya laju pertumbuhan produksi padi antara lain disebabkan rendahnya status kesuburan tanah sebagai akibat manajemen lahan yang tidak tepat. Peningkatan produktivitas tanaman padi berhasil dilakukan apabila lahan dipergunakan dengan tepat dan pengolahannya sesuai dengan kondisi iklim wilayah, untuk menganalisis tingkat resiko lingkungan terhadap tanaman ini maka digunakan suatu model simulasi tanaman. Model simulasi tanaman merupakan alat analisis kuantitatif yang menggambarkan hubungan pertumbuhan, perkembangan, dan hasil tanaman dengan lingkungan (iklim dan tanah). Tujuan utama pemodelan tanaman adalah untuk memperkirakan hasil panen tanaman.

Salah satu aplikasi pemodelan tanaman adalah AquaCrop, model ini merupakan model pertumbuhan tanaman yang dinamis yang dikembangkan FAO (*Food and Agriculture Organization*) untuk memprediksi respon hasil tanaman herbasius terhadap faktor air. Model AquaCrop memprediksi produktivitas tanaman, kebutuhan air, dan efisiensi penggunaan air di bawah kondisi air yang sangat terbatas.

Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian tentang “Simulasi Model AquaCrop untuk Analisis Manajemen Kesuburan Tanah Sawah” penting dilakukan untuk mencapai produksi optimal melalui perbaikan kualitas tanah

praktik manajemen lahan yang tepat dan juga diharapkan dapat meningkatkan ekonomi di daerah tersebut.



## **1.2 Tujuan penelitian**

1. Meningkatkan produktivitas tanaman padi menggunakan model AquaCrop
2. Mengetahui faktor-faktor pembatas produksi tanaman padi sawah di Desa Tanabangka

## **1.3 Kegunaan penelitian**

Kegunaan dari penelitian ini sebagai bahan informasi terkait faktor pembatas pertumbuhan tanaman padi kemudian diharapkan menjadi bahan rujukan bagi petani dan pemerintah untuk melakukan upaya perbaikan-perbaikan dalam optimalisasi penggunaan lahan untuk pengembangan budidaya tanaman padi.



## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 AquaCrop

#### 2.1.1 Deskripsi model *AquaCrop*

*AquaCrop* merupakan model yang digunakan untuk mengetahui respon ketersediaan air terhadap produksi tanaman yang dikembangkan oleh FAO. Pengaruh air terhadap produksi tanaman menggambarkan korelasi antara produksi dan cekaman air yang merupakan respon dari ketidakcukupan air dan hujan maupun irigasi selama periode tanaman. Dorrenbos dan Kassam (1977) menjelaskan fungsi empirik yang digunakan untuk menggambarkan korelasi tersebut melalui suatu persamaan:

$$\left(1 - \frac{Y_m}{Y_x}\right) = K_y \left(1 - \frac{ET}{ET_m}\right) \dots\dots\dots (1)$$

Dimana  $Y_x$  dan  $Y_m$  adalah produksi aktual dan maksimum,  $k_y$  adalah koefisien tanaman serta  $ET$  dan  $ET_m$  merupakan evapotranspirasi aktual dan maksimum. Nilai  $K_y$  ini menjelaskan sifat penurunan produksi terhadap cekaman air. Jika nilai  $K_y$  lebih besar daripada 1 maka tanaman tersebut lebih sensitive terhadap cekaman air dibandingkan dengan tanaman yang memiliki nilai  $K_y$  kurang daripada 1.

Persamaan tersebut menjelaskan bahwa jika selama periode tanaman nilai evapotranspirasi mampu mencapai nilai maksimum maka produksi yang juga produksi maksimum. Namun demikian persamaan ini tidak menjelaskan dampak yang diberikan oleh kondisi cekaman air pada waktu



tertentu dan dampaknya pada tanaman diwaktu yang sama, karena korelasi antara produksi (yield) dan evapotranspirasi merupakan korelasi jangka panjang selama periode tanaman.

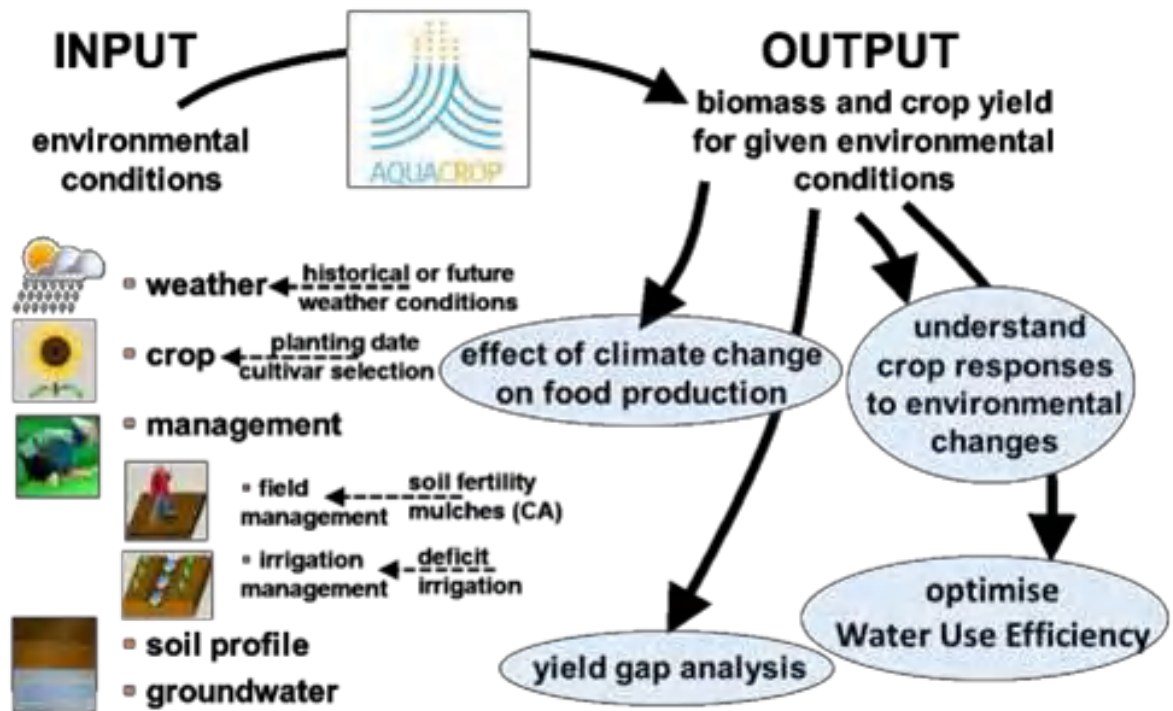
AquaCrop dapat digunakan sebagai alat perencanaan atau untuk membantu dalam pengambilan keputusan manajemen untuk pertanian irigasi dan tadah hujan. Manfaat dari aplikasi AquaCrop diantaranya :

1. Untuk memahami respons tanaman terhadap perubahan lingkungan
2. Untuk membandingkan hasil produksi yang dicapai terhadap hasil produksi aktual di lapangan pada suatu daerah pertanian
3. Untuk mengidentifikasi kendala yang membatasi produksi tanaman dan produktivitas air
4. Untuk mengembangkan strategi di bawah kondisi defisit air untuk memaksimalkan produktivitas air melalui strategi irigasi (mis. irigasi deficit) dan praktik panen serta manajemen (mis. menyesuaikan tanggal penanaman, pemilihan kultivar, manajemen pemupukan, penggunaan mulsa)
5. Untuk mengetahui pengaruh perubahan iklim terhadap produksi pangan, dengan melakukan analisis iklim pada masa lampau dan masa depan;
6. Untuk tujuan perencanaan, dengan menganalisis skenario yang berguna untuk administrator dan manajemen air, ekonomi, analisis kebijakan, dan ilmuwan.
7. Mengevaluasi dampak dari rendahnya kesuburan tanah yang mempengaruhi hasil produksi tanaman

optimalkan jumlah air yang tersedia (ekonomi, pemerataan, dan kriteria lanjutan)





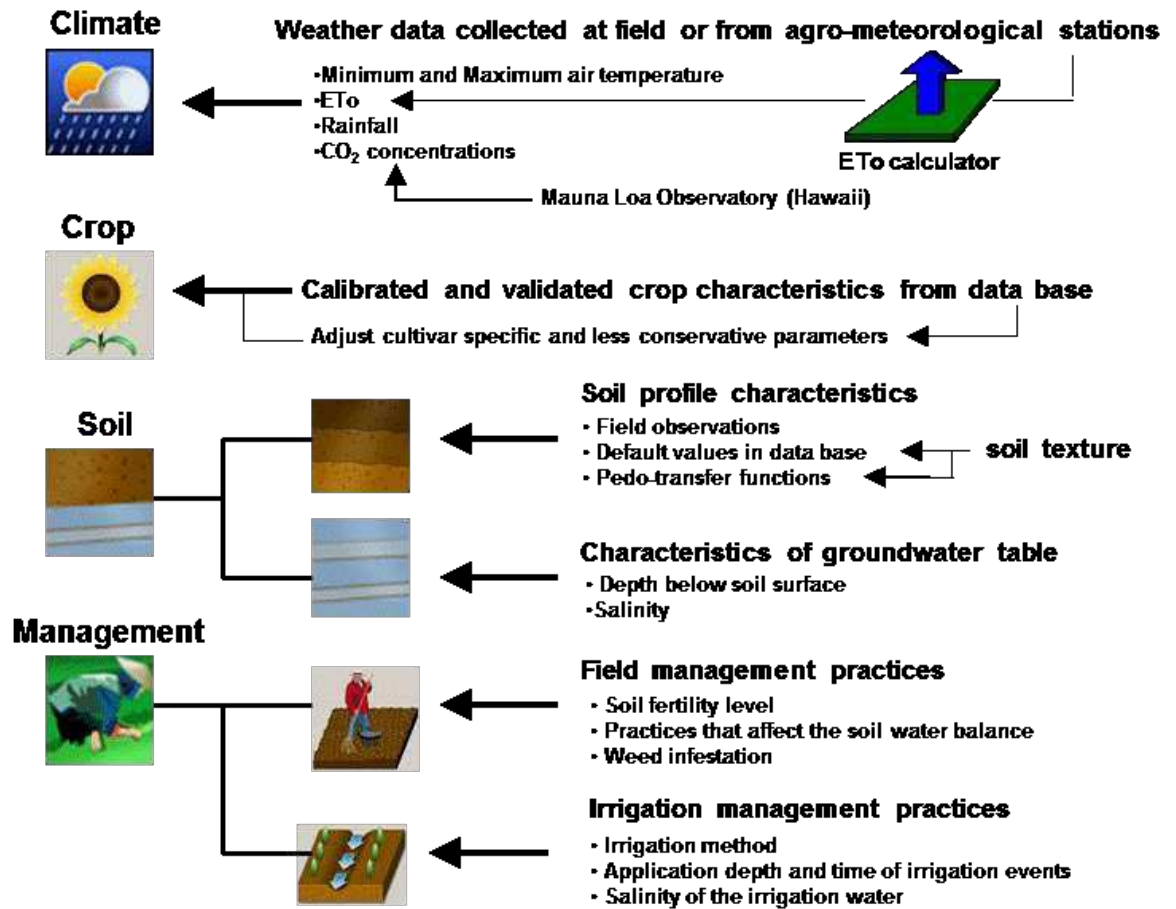


Gambar 2.1 Aplikasi praktis *AquaCrop*

### 2.1.2 Parameter input AquaCrop

Data masukan yang dibutuhkan untuk menjalankan aplikasi AquaCrop dibagi menjadi empat bagian yaitu data iklim, data tanaman, karakteristik tanah dan data manajemen (Sethie et al. 2016).





Gambar 2.2 Parameter input *AquaCrop*

### a. Iklim

Lingkungan atmosfer tanaman digambarkan melalui komponen iklim *AquaCrop* dan merupakan masukan (input) kunci dari variable meteorologi. Variabel iklim yang dibutuhkan *AquaCrop* yaitu curah hujan harian, suhu udara minimum dan maksimum harian, evaporasi harian yang dinyatakan sebagai evapotranspirasi potensial (ETo), dan karbon rata-rata tahunan konsentrasi dioksida di atmosfer



(FAO, 2017)

Curah hujan diperlukan untuk memperbarui keseimbangan air tanah dan menentukan ketersediaan air tanah yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman dan proses produksi. Data masukan curah hujan bisa setiap hari, 10-hari atau setiap bulan. Namun, penggunaan curah hujan 10 hari atau bulanan harus dihindari karena curah hujan sangat heterogen didistribusikan dari waktu ke waktu. Sifat dinamis respon tanaman terhadap air akan hilang dengan menggunakan total 10-harian atau bulanan (referensi manual AquaCrop, 2012)

Suhu udara diperlukan untuk menghitung derajat harian pertumbuhan yang menentukan perkembangan dan fenologi tanaman, untuk membuat penyesuaian pada transpirasi tanaman dari tekanan panas dan dingin yang mempengaruhi penyerbukan. Pada aplikasi Aquacrop, data suhu diproses menggunakan data harian, fleksibilitas ini untuk skala waktu yang berbeda karena variable input cuaca diperlukan untuk menggunakan Aquacrop di daerah dengan data suhu yang terbatas.

Evapotranspirasi (ET<sub>o</sub>) menentukan laju transpirasi tanaman dan penguapan tanah. ET<sub>o</sub> dapat diperoleh dari data meteorologi dengan menggunakan perangkat lunak ET<sub>o</sub> *calculator* melalui persamaan FAO Penman-Monteith (Allen et al,1998). Program ini dapat menangani data iklim harian, sepuluh hari, dan bulanan. Data yang diperlukan untuk menghitung ET<sub>o</sub> yaitu suhu udara, kelembaban udara, data radiasi matahari, kecepatan angin, dan lokasi



Untuk penyesuaian transpirasi tanaman dan produktivitas air biomassa, AquaCrop juga memerlukan rata-rata konsentrasi CO<sub>2</sub> tahunan atmosfer ([CO<sub>2</sub>]). File 'MaunaLoa.CO<sub>2</sub>' berisi rata-rata tahunan yang diamati [CO<sub>2</sub>] untuk periode 1902 hingga hari ini. Dengan menggunakan file CO<sub>2</sub> lainnya dengan komposisi atmosfer yang diproyeksikan untuk masa depan, seseorang dapat menguji respons tanaman untuk skenario perubahan iklim.

## b. Tanaman

Pada model *AquaCrop*, sistem tanaman memiliki lima komponen utama dan memiliki resepon yang dinamis. Komponen tersebut adalah fenologi, penutupan kanopi, kedalaman perakaran, produksi biomassa dan produksi. Tanaman tumbuh dan berkembang selama siklus dengan memperluas kanopi dan memperdalam sistem perakaran sementara pada saat yang sama tahap perkembangan utama ditetapkan. Tergantung pada ketersediaan data, preferensi pengguna dan atau simulasi model pertumbuhan tanaman dapat digambarkan secara dinamis baik dalam kalender atau dalam waktu termal.

Kanopi adalah fitur penting dari *AquaCrop*, dapat dilihat melalui ekspansi, penuaan dan konduktansi penuaan. Karena menentukan jumlah air yang digunakan, yang pada gilirannya menentukan jumlah biomassa yang dihasilkan. Perluasan kanopi diungkapkan melalui fraksi kanopi hijau penutup tanah (CC). kondisi tidak stres, perluasan dari munculnya pembangunan kanopi penuh

di pertumbuhan eksponensial selama paruh pertama dari pengembangan  
n mengikuti suatu eksponensial peluruhan selama paruh kedua.

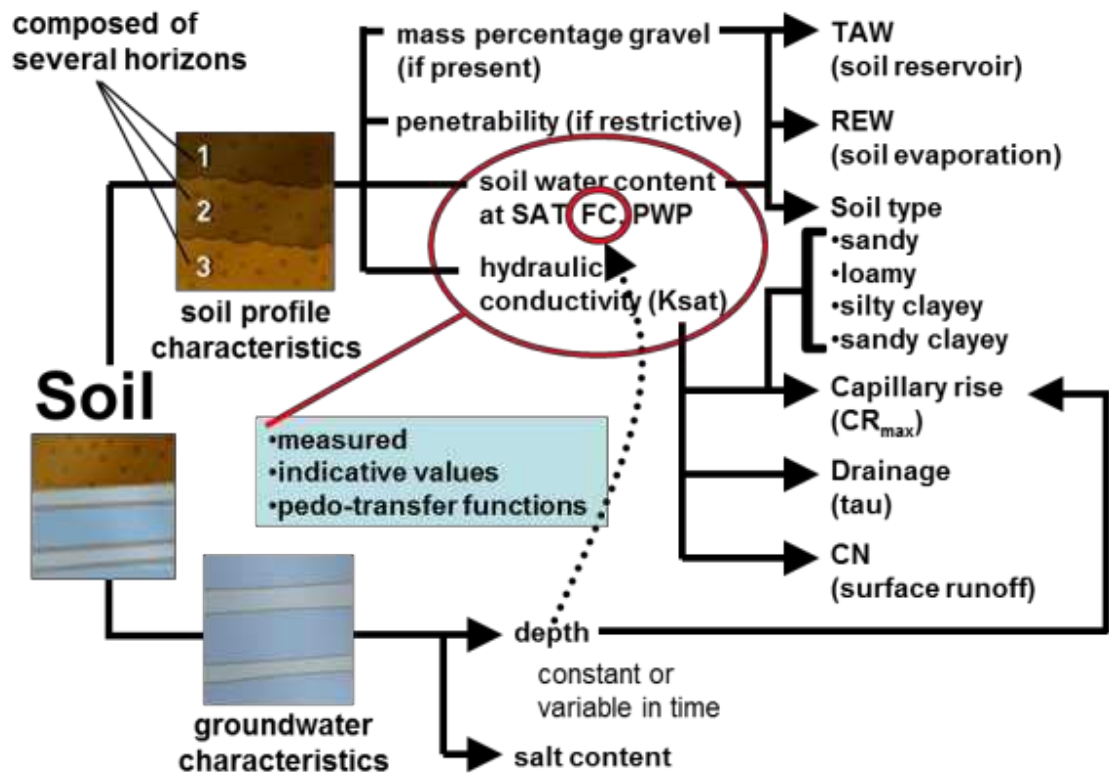


### c. Tanah

Komponen tanah yang dibutuhkan dalam model *AquaCrop* terdiri dari parameter fisik tanah, retensi air tanah di zona akar dan pergerakan air tanah. Dalam *AquaCrop*, data profil tanah dapat dimasukkan hingga lima lapisan dengan karakteristik yang berbeda. Data tanah yang diperlukan untuk profil tanah terdiri dari kandungan air volumetrik pada saturasi (SAT), kapasitas lapangan (FC), titik layu permanen (PWP), konduktivitas hidrolik pada saturasi tanah (Ksat), persentase massa kerikil (jika ada) dan persentase penetrasi akar (jika restriktif) untuk masing-masing lapisan tanah yang berbeda (FAO, 2017). Dari data yang dimasukkan, *AquaCrop* menentukan :

1. TAW: total air tanah yang tersedia untuk perhitungan keseimbangan air tanah;
2. REW: Air Siap Evaporable untuk simulasi penguapan tanah;
3. Kelas tekstur tanah: untuk penentuan kenaikan kapiler;
4. Fungsi kenaikan kapiler (CRmax) dengan mempertimbangkan konduktivitas hidrolik pada saturasi (Ksat) dan kelas tekstur tanah;
5. Karakteristik drainase ( $\tau$ ) dengan mempertimbangkan Ksat;
6. Nomor kurva standar (CN) dengan mempertimbangkan Ksat





**Gambar 2.3 Karakter fisik dan tabel air tanah**

Untuk masing masing kelas tekstur, model AquaCrop mengaitkan karakteristik hidrolis termasuk koefisien drainase (T), konduktivitas hidrolis di saturasi (KSAT), dan volumetrik yang kadar air pada saturasi ( $\theta_{sat}$ ), kapasitas lapang ( $\theta_{FC}$ ), dan titik layu ( $\theta_{WP}$ ). Pengguna dapat memasukkan spesifik nilai karakteristik hidrolis tanah melalui fungsi pedotransfer. Akan tetapi, jika tidak terdapat karakteristik tanah yang terukur secara lokal, pengguna dapat menggunakan nilai indikatif yang diberikan oleh AquaCrop untuk semua kelas tekstur tanah yang sudah ditentukan oleh USDA yang ditunjukkan pada Tabel 2.1



**Tabel 2.1** Nilai indikatif untuk karakteristik duabelas kelas tekstur tanah pada *AquaCrop*

Soil textural class	Bulk density ( $\rho_b$ )	Soil water content			TAW	Ksat
		SAT	FC	PWP		
	Mg/m <sup>3</sup>	Vol %	Vol %	Vol %	mm/m	mm/day
Sand	1,71	36	13	6	70	3,000
Loamy sand	1,63	38	16	8	80	2,200
Sandy loam	1,56	41	22	10	120	1,200
Loam	1,42	46	31	15	160	500
Silt loam	1,42	46	33	13	200	575
Silt	1,52	43	33	9	240	500
Sandy clay loam	1,40	47	32	20	120	225
Clay loam	1,32	50	39	23	160	125
Silty clay loam	1,27	52	44	23	210	150
Sandy clay	1,32	50	39	27	120	35
Silty clay	1,21	54	50	32	180	100
Clay	1,19	55	54	39	150	35

Sumber : (Referensi manual *AquaCrop*, 2012)

#### d. Manajemen

Komponen manajemen *AquaCrop* memiliki dua kategori yaitu pengolahan air dan pengolahan lahan. Pengolahan air mempertimbangkan opsi yang berkaitan dengan (i) tadah hujan- pertanian (ada irigasi), dan (ii) irigasi di mana, setelah memilih metode irigasi (sprinkler, drip, atau permukaan, baik oleh alur atau banjir irigasi), pengguna dapat menentukan jadwal sendiri berdasarkan kriteria

atau waktu, atau membiarkan model secara otomatis menghasilkan



penjadwalan berdasarkan interval tetap, kedalaman tetap, atau fixed persentase kriteria kadar air tanah (Referensi manual AquaCrop, 2012).

Pengolahan lahan mempertimbangkan opsi yang berkaitan dengan manajemen gulma, praktek lapangan untuk permukaan seperti penggunaan mulsa untuk mengurangi penguapan tanah, atau penggunaan Bunds tanah untuk mengendalikan aliran permukaan dan infiltrasi, serta tingkat kesuburan tanah. Dalam penentuan tingkat kesuburan tanah, AquaCrop tidak mensimulasikan siklus dan keseimbangan unsur hara, tetapi menggunakan pendekatan tidak langsung dengan meniru efek dari tekanan kesuburan tanah terhadap pengembangan kanopi (CC) dan produktivitas air biomassa (Referensi manual AquaCrop, 2012).

## 2.2 Ekofisiologi tanaman padi

Tanaman padi dapat tumbuh dengan baik di daerah yang berhawa panas dan banyak mengandung uap air dengan curah hujan rata-rata 200mm/bulan dengan distribusi selama 4 bulan atau pada curah hujan 1500-2000 mm/tahun dengan ketinggian tempat berkisar antara 0-1500 m dpl. Temperatur yang optimum untuk pertumbuhan tanaman padi adalah antara 24 – 29°C. Tanaman padi memerlukan penyinaran matahari penuh tanpa naungan. Sinar matahari diperlukan padi untuk melangsungkan proses fotosintesis, terutama pada pembungaan dan pemasakan buah akan tergantung terhadap intensitas sinar matahari. Radiasi matahari yang

dengan jumlah air yang cukup akan meningkatkan produksi karbohidrat tanaman padi (Vergaria, 1985). Angin juga berpengaruh terhadap





pertumbuhan tanaman padi yaitu dalam penyerbukan tetapi jika terlalu kencang akan merobohkan tanaman.

Tanaman padi dapat tumbuh pada kemasaman tanah (pH) berkisar antara 4,5 – 8,2 dan dapat tumbuh optimum berkisar antara 5,5 – 7,5. Padi termasuk tanaman yang sensitif terhadap salinitas yang dinyatakan dengan *electric conductivity (EC)*, salinitas yang mencapai 2 dS/m dipertimbangkan optimal, tetapi jika mencapai 4 – 6 dS/m tergolong marginal. (Djaenuddin dkk, 2000).

Tekstur tanah yang didominasi oleh tekstur halus berupa lempung, lempung liat berdebu, lempur liat berpasir dapat mendukung perkembangan tanaman padi sawah irigasi (Tufaila dan Syamsu, 2014) karena tekstur lempung merupakan tekstur yang banyak menyimpan unsur hara, menyediakan kandungan air yang cukup untuk sirkulasi udara dalam tanah (Bolbol *et al.*,2013).

### 2.3 Kesuburan tanah

Tanah dikatakan subur jika tanaman yang ditanam di atasnya dapat tumbuh dan berkembang dengan baik dengan produkti tinggi sepanjang tahun. Kesuburan tanah terkait dengan kandungan semua unsur hara di dalam tanah yang diperlukan oleh tanaman, sehingga tanaman dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Tanah dikatakan mempunyai tingkat kesuburan tinggi/baik jika tanah tersebut mampu menyediakan semua unsur hara yang diperlukan tanaman,

tanah yang dikatakan kurang subur jika tanah tersebut tidak mampu menyediakan unsur hara yang diperlukan tanaman.



Tanah produktif mempunyai kesuburan yang menguntungkan bagi pertumbuhan tanaman, akan tetapi tanah subur tidak selalu produktif. Tanah subur akan produktif jika dikelola dengan tepat, menggunakan jenis tanaman dan pengolahan yang sesuai. Kesuburan tanah adalah kemampuan atau kualitas tanah menyediakan unsur hara tanaman dalam jumlah yang mencukupi kebutuhan tanaman., dalam bentuk senyawa-senyawa yang dapat dimanfaatkan tanaman dan dalam perimbangan yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman tertentu dengan didukung oleh faktor pertumbuhan lainnya (Rosmarkam dan Nasih, 2002).

## 2.4 Sifat kimia tanah

Menurut Siswanto (2006) bahwa penting yang diabsorpsi tanaman dan dipindahkan dari tanah adalah air dan unsur hara. Tanaman dapat mengalami kekurangan (defisiensi) unsur hara bila unsur tersebut tidak terdapat dalam tanah atau unsur tersebut terdapat dalam cukup tetapi sangat sedikit terlarut atau tidak tersedia untuk menopang kebutuhan tanaman.

Secara garis besar, tanaman memerlukan dua jenis unsur hara untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangannya. Dua jenis unsur hara tersebut yaitu unsur hara makro dan mikro. Namun pada umumnya unsur hara yang dibutuhkan tanaman yaitu Karbon (C), Hidrogen (H), Oksigen(O), Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K), Sulfur (S), Kalisium(kCa), Magnesium (Mg), Seng (Zn), Besi (Fe), Mangan (Mg), Tembaga (Cu), Molibden (Mo), Boron (Br), Klor (Cl), (Na), Kobal (Co), dan Silikon (Si) (Rosmarkam dan Naih, 2002)



### 2.4.1 Reaksi tanah (pH)

Reaksi tanah menunjukkan sifat kemasaman atau alkalinitas yang dinyatakan dalam nilai pH. Nilai pH menunjukkan banyaknya konsentrasi ion Hidrogen ( $H^+$ ) di dalam tanah. Makin tinggi kadar ion  $H^+$ , maka semakin masam tanah tersebut. Di dalam tanah, selain ion  $H^+$  dan ion-ion lain ditemukan pula ion  $OH^-$  yang jumlahnya berbanding terbalik dengan banyaknya  $H^+$ . Pada tanah yang masam jumlah ion  $H^+$  lebih tinggi disbanding  $OH^-$ , sedangkan pada tanah alkalis kandungan  $OH^-$  lebih banyak disbanding  $H^+$ . bila kandungan  $H^+$  sama dengan  $OH^-$  maka tanah bereaksi netral yaitu mempunyai  $pH = 7$  (Hardjowigeno, 1987).

pH (*potential of hydrogen*) tanah merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kelarutan unsur hara dalam tanah. Menurut Soemarno (2013), ketersediaan unsur hara makro dan mikro di dalam tanah sangat dipengaruhi oleh pH tanah. Pada tanah yang agak masam hingga tanah alkalis, ketersediaan unsur hara makro dan Mo meningkat (kecuali P), sedangkan hara P, Fe, Mn, Zn, Cu, dan Co menjadi tidak tersedia sehingga dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Pada tanah masam, hara mikro (kecuali Mo dan Bo) mengalami penurunan. Tanah yang memiliki pH tinggi dapat menimbulkan masalah fiksasi P sehingga mengurangi ketersediaan hara bagi tanaman.

### 2.4.2 Bahan organik (C-organik)

Kandungan bahan organik tanah (C-organik) merupakan salah satu indikator dalam tanah. Tanah yang mengalami kemerosotan kandungan C-organik akan tanah tersebut mengalami penurunan kualitas tanah atau degradasi



kesuburan. Bahan organik penting sebagai sumber energi jasad renik yang berperan dalam penyediaan hara tanaman (Yuwono, 2000).

Tanah-tanah dengan bahan organik rendah mengakibatkan struktur tanah yang kurang baik untuk pertumbuhan akar tanah, kapasitas tukar kation menurun, daya sangga tanah terhadap air menurun, aktivitas jasad mikro terhambat dan ketersediaan unsur hara yang mudah tersedia seperti N,P,K, dan S hasil pelapukan bahan organik ini menjadi menurun (Sutanto,2005).

Secara fisik pengaruh bahan organik terhadap tanah dan tanaman adalah mempengaruhi warna tanah menjadi coklat-hitam, merangsang granulasi, menurunkan plastisitas dan kohesi tanah, memperbaiki struktur tanah menjadi lebih rendah, dan meningkatkan daya tanah terhadap air sehingga drainase tidak berlebihan, kelembaban dan temperatur tanah menjadi stabil.

### 2.4.3 (Nitrogen) dalam tanah

Nitrogen merupakan anasir penting dalam pembentukan klorofil, protoplasma, protein, dan asam-asam nukleat. Unsur ini mempunyai peranan yang penting dalam pertumbuhan dan perkembangan semua jaringan hidup (Brady and Weil, 2002). Nitrogen pada umumnya diserap tanaman dalam bentuk  $\text{NH}_4^+$  atau  $\text{NO}_3^-$ , yang dipengaruhi oleh sifat tanah, jenis tanaman dan tahapan dalam pertumbuhan tanaman. Pada tanah dengan pengatusan yang baik N diserap tanaman dalam bentuk ion nitrat, karena sudah terjadi perubahan bentuk  $\text{NH}_4^+$  menjadi  $\text{NO}_3^-$ ,

dan pada tanah tergenang tanaman cenderung menyerap  $\text{NH}_4^+$  (Havlin et al., 2005). N adalah unsur yang mobil, mudah sekali terlindi dan mudah menguap, sehingga tanaman seringkali mengalami defisiensi.



Pertanian padi sawah sangat tergantung pada ketersediaan N dalam tanah. Sepanjang periode pertumbuhan, tanaman memerlukan unsur N, namun yang paling banyak diperlukan antara awal sampai pertengahan pembentukan anakan (midtillering) dan tahap awal pembentukan malai. Suplai nitrogen selama proses pemasakan diperlukan untuk menunda gugurnya daun, memelihara fotosintesis selama pengisian biji dan meningkatkan kadar protein dalam biji ( Dobermann and white, 1999). Pupuk N memegang peranan penting dalam peningkatan produksi, sedangkan sumber pupuk N yang utama adalah urea. Namun, tanaman menyerap hanya 30% dari pupuk N yang diberikan (Dobermann and Fairhurst, 2000).

#### **2.4.4 P (Posfor) dalam tanah**

Posor merupakan unsur hara esensial makro yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman. Tanaman memperoleh unsur P seluruhnya berasal dari tanah atau dari pemupukan serta dari hasil dekomposisi dan mineralisasi bahan organik. Jumlah P total dalam tanah cukup banyak, namun yang tersedia bagi tanaman jumlahnya rendah hanya 0,01-0,2 mg/kg/tanah, kandungannya sangat bervariasi tergantung pada jenis tanah, tetapi pada umumnya rendah (Handayanto dan Hairiah, 2007).

Fungsi P bagi tanaman untuk pembelahan sel bagi pembentukan buah, bunga dan biji, mempercepat pematangan, memperbaiki batang agar tidak roboh, perkembangan akar, tahan terhadap penyakit, membentuk RNA dan DNA, metabolisme karbohidrat, memperbaiki kualitas tanaman, dan menyimpan serta

hkan energy. Kekurangan fosfor umumnya menyebabkan volume tanaman menjadi lebih kecil dan warna daun menjadi lebih gelap (kam dan Nasih, 2002).



#### 2.4.5 K (Kalium) dalam tanah

Unsur kalium dalam tanah berasal dari mineral-mineral dalam tanah dan pupuk buatan. Kalium ditemukan dalam jumlah banyak di dalam tanah, tetapi hanya sebagian kecil yang digunakan oleh tanaman yaitu yang larut di dalam air atau yang dapat dipertukarkan (Rosmarkam dan Nasih, 2002).

Unsur hara kalium diambil tanaman dan bentuk  $K^+$ . senyawa K hasil dari pelapukan mineral, didalam tanah dijumpai jumlah yang bervariasi jenis bahan dan pembentuk tanah (Hanafiah, 2005)

#### 2.4.6 KTK (Kapasitas Tukar Kation)

Kapasitas tukar kation (KTK) merupakan proporsi banyaknya kation (dalam miliekivalen) yang dapat dijerap oleh tanah persatuan berat tanah. Kation merupakan ion-ion bermuatan positif. Kation tersebut terlarut dalam air tanah atau dijerap oleh koloid-koloid tanah. Kation-kation yang terjerap tersebut sukar tercuci oleh air gravitasi tetapi dapat diganti oleh kation lain yang terdapat dalam larutan tanah. Hal tersebut dinamakan pertukaran kation (Hardjowigeno, 2007 dikutip dari Nursjahbani, 2016).

Nilai KTK tanah juga dapat digunakan sebagai petunjuk respon tanah terhadap pemupukan. Tanah-tanah yang mempunyai KTK tinggi umumnya lebih responsif dan efisien terhadap pemupukan, sebaliknya tanah-tanah dengan nilai KTK rendah sudah kurang responsif dan tidak efisien terhadap pemupukan (Hanafiah, 2005).

