

**VALIDASI MODEL CROPSYST PADA PERTUMBUHAN DAN
PRODUKSI TEBU (*Saccharum officinarum* L.)**

CHELSI LAURENS PAKAYA

G111 16 054



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

MAKASSAR

2021

**VALIDASI MODEL CROPSYST PADA PERTUMBUHAN DAN
PRODUKSI TEBU (*Saccharum officinarum* L.)**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Menempuh Ujian Sarjana
Pada Program Studi Agroteknologi Departemen Budidaya Pertanian
Fakultas Pertanian
Universitas Hasanuddin**

CHELSI LAURENS PAKAYA

G111 16 054



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

2021

LEMBARAN PENGESAHAN

**VALIDASI MODEL CROPSYST PADA PERTUMBUHAN DAN
PRODUKSI TEBU (*Saccharum officinarum* L.)**

Disusun dan diajukan oleh :

CHELSI LAURENS PAKAYA

G111 16 054

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Masa Studi Program Sarjana, Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin pada tanggal dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui :

Pembimbing Utama



Prof. Dr. Ir. Kaimuddin, M.Si
NIP : 19600512 198903 1 003

Pembimbing Pendamping



Dr. Ir. Rusnadi Padjung, M.Sc
NIP : 19600222 198503 2 002

Ketua Program Studi



Dr. Ir. Amir Yassi, M.Si.
NIP. 19591103 199103 1 002

**VALIDASI MODEL CROPSYST PADA PERTUMBUHAN DAN
PRODUKSI TEBU (*Saccharum officinarum* L.)**

Disusun dan diajukan oleh

CHELSI LAURENS PAKAYA

G111 16 054

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin pada tanggal Desember 2021 dan dinyatakan memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui :

Pembimbing Utama


Prof. Dr. Ir. Kaimuddin, M.Si.
NIP. 19600512 198903 1 003

Pembimbing Pendamping


Dr. Ir. Rusnadi Padjung, M.Sc
NIP. 19600222 198503 2 002

Ketua Program Studi


Dr. Ir. Abd. Haris Bahrin, M.Si.
NIP. 19670811 199403 1 003

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Chelsi Laurens Pakaya

NIM : G111 16 054

Program Studi : Agroteknologi

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa tulisan saya berjudul :

**“Validasi Model Cropsyst Pada Pertumbuhan dan Produksi tebu
(*Saccharum officinarum* L.)”**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan benar bukan merupakan pengambilalihan tulisan orang lain. Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya dari orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.



ABSTRAK

Chelsi Laurens Pakaya, (G111 16 054) Validasi Model Cropsyst pada Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Tebu (*Saccharum Officinarum* L.) di Perkebunan PG Camming Kecamatan Libureng Kabupaten Bone di bimbingan oleh **Kaimuddin dan Rusnadi Padjung**.

Penggunaan model *cropsyst* dapat menjadi bahan pertimbangan evaluasi pertanaman tebu berdasarkan aspek, seperti manajemen tanaman, pengaruh iklim serta aspek lingkungan lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat validitas model *cropsyst* terhadap produksi dan produktivitas tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) pada pertanaman PG Camming. Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober 2019 hingga bulan Februari 2020. Dilaksanakan di areal perkebunan Pabrik Gula Camming, Desa Pitumpidange, Kecamatan Libureng, Kabupaten Bone, Provinsi Sulawesi Selatan. Penelitian dilaksanakan dengan metode survey untuk memperoleh data tanaman dan metode simulasi dengan model *Cropsyst* untuk membandingkan luaran model simulasi *cropsyst* terhadap produksi dan produktivitas tanaman tebu dengan data observasi. Hasil penelitian menunjukkan model simulasi tanaman tebu menghasilkan nilai pendugaan produksi tebu yang mendekati data observasi, dengan nilai RMSE sebesar 0,52. Nilai tersebut menunjukkan bahwa model menghasilkan error sebesar 52%, dan model layak digunakan untuk analisis lebih lanjut serta nilai *index of agreement* (d) cukup tinggi untuk produksi tebu yaitu 99% yang berarti model *cropsyst* akurat memprediksi hasil observasi.

Kata kunci : tanaman tebu, *Cropsyst*, simulasi.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Allah SWT. atas berkat, rahmat, hidayah dan kesempatan serta kasih sayang-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “**Validasi Model Cropsyst Pada Pertumbuhan Dan Produksi Tebu (Saccharum Officinarum L.)**”. Penelitian digunakan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Departemen Budidaya Pertanian di Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih terdapat kekurangan dalam penyusunannya, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik dari pembaca yang dapat menyempurnakan tulisan ini. Penulis mengucapkan maaf atas segala kekurangan yang ada dalam tulisan ini, semoga tulisan ini menjadi berkat dan dapat bermanfaat bagi kita semua.

Makassar, Desember 2021

Chelsi Laurens Pakaya

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji Tuhan, puji syukur dan terima kasih yang tiada henti-hentinya kepada Allah SWT. atas segala rahmat dan ridho-nya sehingga penulis bisa menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang senantiasa membantu dalam mewujudkan tulisan ini, kepada:

1. Papaku Ishak Ismail, Mama lince, Adik Celin Margareth Laurens Pakaya dan Ukhty Umayyah yang banyak memberikan doa dan dukungan yang tiada habisnya dan segala jerih paya baik dalam materi dan waktu yang disediakan untuk mendengarkan curahan dan kegelisahan selama proses penyusunan tugas akhir ini.
2. Dosen pembimbing Prof. Dr Ir. Kaimuddin, M.Si dan Dr.Ir. Rusnadi Padjung, M.Sc yang telah banyak membantu penulis dalam memberikan ide, menyediakan waktu untuk konsultasi serta menyederhanakan konsep penelitian yang dilakukan penulis.
3. Dosen penguji Prof. Dr. Ir. Yunus Musa, M.Sc, Dr. Ir. Abd. Harris B., M.Si, Dr. Ir. Amir Yassi, M.Si. serta keluarga besar kemahasiswaan Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin yang telah menyediakan waktu baik dalam merevisi penelitian penulis bahkan membantu dalam pengurusan berkas-berkas yang dibutuhkan.
4. Sahabat-sahabatku Lemon Team dan Keluarga besar Xerofit 16 yang sudah banyak memberikan dukungan kepada penulis baik melalui kata-kata maupun membantu secara langsung dalam menyusun penelitian yang dilakukan.

5. Keluarga Besar **YOTTA! FAMILY** yang telah memberikan saya motivasi, cinta kasih sayang, bimbingan baik secara moril dan materi serta kesempatan yang sangat luar biasa untuk penulis dalam menyelesaikan studi ini.
6. Sahabat-sahabatku Alifia Al-Fadilah Syam, Muh. Chaeril Restu, William Ganing yang telah meluangkan waktunya untuk ikut melakukan penelitian serta membantu dalam merangkai penelitian penulis, serta memberikan doa, dukungan, dan motivasi kepada penulis.
7. Mentor saya Kak Irwan yang telah memberikan banyak motivasi dan dukungan moril serta waktu yang diluangkan kepada penulis.
8. Kepada Team kerja saya team **YOTTA! CENDRAWASIH**, team **YOTTA! DAENG TATA**, team **YOTTA! BTP** , serta team **YOTTA! SUNU** yang selalu memberikan saya dukungan moril motivasi dan semangat bagi saya sehingga saya dapat menyelesaikan studi ini.

Akhirnya, penulis berdoa agar segala bantuan yang diberikan akan Tuhan kembalikan dengan berkat yang lebih besar. Penulis menyadari bahwa selama penelitian dan penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan. Dengan sangat rendah hati penulis, mengharapkan kritik dan saran yang dapat berguna agar skripsi ini lebih baik lagi kedepannya. Harapan penulis agar skripsi ini dapat berguna dan menjadi berkat.

Makassar, Desember 2021

Chelsi Laurens Pakaya

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	2
BAB I PENDAHULUAN	4
1.1 Latar Belakang.....	4
1.2 Identifikasi Masalah	8
1.3 Tujuan dan Kegunaan	9
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Tanaman Tebu	10
2.2 Ekologi Tanaman Tebu	10
2.2.1 Iklim	10
2.2.2 Suhu	11
2.2.3 Ketinggian/ Elevasi.....	11
2.2.4 Topografi	11
2.2.5 Kondisi Tanah.....	11
2.3 Morfologi Tanaman Tebu.....	12
2.4 Fenologi Tanaman Tebu	13
2.5 Teknik Budidaya Tanaman Tebu	15
2.6 Cropsyst	25
BAB III METODE PENELITIAN	28
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	28
3.2 Bahan dan Alat	28
3.3 Metode Penelitian	28
3.3.1 Metode Survey	28
3.3.2 Metode Simulasi dengan <i>Cropsyst</i>	29
3.4 Pelaksanaan Penelitian	29

3.4.1 Pengumpulan Data.....	29
3.4.2 Validasi <i>Cropsyst</i>	30
3.4.3 Evaluasi <i>Cropsyst</i>	31
3.4.4 Mengumpulkan Pustaka/ Literatur	31
3.4.5 Pengolahan Data dengan Menggunakan Model <i>Cropsyst</i>	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1 Hasil.....	33
4.1.1 Produksi tebu PG Camming	33
4.1.2 Fenologi Tebu.....	33
4.1.3 Model <i>Cropsyst</i>	34
4.1.3.1 Parameter Tanaman	34
4.1.3.2 Kalibrasi.....	36
4.1.3.3 Validasi	37
4.1.3.4 Evaluasi	38
4.2 Pembahasan.	39
4.2.1 Jenis Tebu.....	39
4.2.2 Akumulasi Panas dan Fenologi Tanaman	40
4.2.3 <i>Cropsyst</i> Model	41
4.2.3.1 Validasi	41
4.2.3.3 Evaluasi	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	44
5.1 Kesimpulan.....	44
5.2 Saran.	44
DAFTAR PUSTAKA.....	45

DAFTAR TABEL

No.	Halaman
1. Jenis dan Sumber Data	29
2. Fase Pertumbuhan Tanaman Tebu.....	30
3. Produksi Tebu PG Camming 2018-2019.....	33
4. Fenologi tiap varietas tebu PG Camming 2018-2019.....	33
5. Parameter Tanaman untuk Kalibrasi <i>Cropsyst</i> Model.....	34
6. Persentasi Deviasi antara observasi dan simulasi Produksi PG Camming.....	36
7. Validasi dengan Persamaan RMSE Produksi Tebu PG Camming 2019.....	37
8. Evaluasi model <i>Cropsyst</i> dengan nilai (d) Produksi PG Camming.....	38
9. Ringkasan perbandingan statistik data yang diamati dengan nilai simulasi menggunakan model <i>Cropsyst</i>	38
10. Data suhu max, suhu min, kecepatan angin, irradiasi dan curah hujan harian pada tahun 2018 PG Camming	48
11. Data suhu max, suhu min, kecepatan angin, irradiasi dan curah hujan harian pada tahun 2019 PG Camming	56
12. Analisis Tanah	64
13. Harkat hara dalam tanah	64
14. Harkat pH tanah.....	64
15. Fase Perkembangan Tanaman Tebu	65
16. Deskripsi Tebu Varietas PS 881	66
17. Deskripsi Tebu Varietas PSBM 901.....	67
18. Deskripsi Tebu Varietas PS 921	68
19. Deskripsi Tebu Varietas Kidang Kencana (KK)	69

20. Deskripsi Tebu Varietas Cening.....	70
---	----

Lampiran

Lampiran 1. Data Iklim	48
Lampiran 2. Kriteria Penilaian Data Analisis Tanah.....	64
Lampiran 3. Fenologi Tanaman Tebu	65
Lampiran 4. Deskripsi Varietas Tebu.....	66
Lampiran 5. Pengoperasian Model <i>Cropsyst</i>	72

DAFTAR GAMBAR

No.	Halaman
Grafik Perbandingan observasi dengan simulasi Produksi PG Camming 2019..	37
Tampilan Menu dari Model <i>Cropsyst</i>	72
Tampilan menu scenario dari Model <i>Cropsyst</i>	72
Menu Data Iklim (<i>Weather</i>) 2018 PG Camming dalam model <i>Cropsyst</i>	73
Menu Data Iklim (<i>Weather</i>) 2019 PG Camming dalam model <i>Cropsyst</i>	73
Menu grafik data iklim (<i>weather</i>) dalam model <i>Cropsyst</i>	74
Menu data tanah (<i>soil</i>) dalam model <i>Cropsyst</i>	74
Menu data scenario varietas PS 881 dalam model <i>Cropsyst</i>	75
Menu data tanam (<i>crop& management</i>) varietas PS 881 dalam model <i>Cropsyst</i>	75
Menu data scenario varietas PS 921 dalam model <i>Cropsyst</i>	76
Menu data tanam (<i>crop& management</i>) varietas PS 921 dalam model <i>Cropsyst</i>	76
Menu data scenario varietas PSBM 901 dalam model <i>Cropsyst</i>	77

Menu data tanam (<i>crop & management</i>) Varietas PSBM 901 dalam model <i>Cropsyst</i>	77
Menu data scenario varietas Cenning dalam model <i>Cropsyst</i>	78
Menu data tanam (<i>crop & management</i>) varietas Cenning dalam model <i>Cropsyst</i>	78
Menu data scenario varietas CM 2012 dalam model <i>Cropsyst</i>	79
Menu data tanam (<i>crop & management</i>) varietas CM 2012 dalam model <i>Cropsyst</i>	79
Menu data scenario varietas KK (Kidang Kencana) dalam model <i>Cropsyst</i>	80
Menu data tanam (<i>crop & management</i>) varietas KK (Kidang Kencana) dalam model <i>Cropsyst</i>	80

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gula adalah salah satu produk utama dari tanaman tebu yang merupakan kebutuhan yang sangat penting bagi industri dan rumah tangga. Dengan semakin meningkatnya jumlah penduduk, maka meningkatnya pula kebutuhan konsumsi gula yang tentu saja bergantung pada ketersediaan gula di dalam negeri. Ketersediaan gula dalam negeri ditentukan oleh bahan baku nasional.

Melihat produksi gula yang fluktuatif yang terjadi pada tahun 2019-2021 belum mampu memenuhi kebutuhan konsumsi gula dalam negeri. Maka dari itu, untuk meningkatkan potensi ketersediaan gula dalam negeri dapat diiringi pula dengan peningkatan produktivitas tanaman tebu.

Seperti yang kita tahu bahwasanya tanaman tebu merupakan komoditas perkebunan yang merupakan bahan baku utama dalam produksi gula. Peningkatan konsumsi gula tersebut hendaknya diikuti dengan peningkatan produktivitas tanaman tebu. Upaya peningkatan produktivitas tebu melalui intensifikasi dilakukan dengan pengelolaan tipe lahan (sawah/tegalan), pengelolaan dan tata tanam, penggunaan sarana produksi, dan perbaikan teknik budidaya.

Produksi gula juga dipengaruhi tingkat rendemen pada tanaman tebu. Tingkat rendemen tersebut menunjukkan seberapa besar gula yang dihasilkan dari tebu tergiling. Rendemen tebu dipengaruhi oleh waktu tebang dan kemasakan tebu. Riajaya dan Kadarwati (2016) menjelaskan bahwa waktu penanaman tebu yang tepat dan menggunakan varietas dengan tipe kemasakan yang sesuai dengan

tipologi lahan akan meningkatkan produktivitas tebu dan gula. Tingginya kebutuhan bahan baku tebu untuk digiling membutuhkan ketersediaan tebu sepanjang musim giling. Selain itu, bahan baku tebu harus berkualitas agar memperoleh rendemen yang maksimal.

Secara garis besar, permasalahan pada pertanaman tebu sendiri yaitu terpisahnya manajemen usaha tani dengan manajemen pengolahan tebu, selain itu pengelolaan usaha tani oleh petani yang beragam dan tempatnya terpencar-pencar menyebabkan produktivitas tanaman yang berupa tebu dan rendemen gula relatif rendah. Masalah lain yang ada yakni kapasitas giling yang rendah, berakibat pada rendemen yang sulit untuk ditingkatkan. Maka dari itu tingkat produktivitas tebu dan rendemen gula nasional masih rendah karena rendahnya penerapan teknologi budidaya. Selain itu hal yang terjadi adalah kepras(*ratooning*) lebih dari tiga kali, bahkan lebih dari 6 kali tanpa disertai kultur teknismemadai masih dilakukan, terutama pada areal tebu rakyat.

Berdasarkan data produktivitas tebu dan rendemen dari PG Camming (1986–2013) dan PG Bone (1993–2013) rata-rata produktivitas tebu berkisar 46,02 ton/ha dengan rendemen gula 5,97%. Tingkat produktivitas tebu dan rendemen gula tersebut sangat rendah dibanding wilayah lain di Jawa. Produktivitas tebu yang fluktuatif ini pasti memiliki kaitan erat pada pengolahan tebu *on farm*. Teknik pemeliharaan pada tanaman tebu tentu saja yang harus dilakukan tepat sehingga dapat meningkatkan kualitas pada produktivitas dan rendemen tebu itu sendiri. Pertumbuhan dan perkembangan tanaman tebu, dipengaruhi oleh banyak faktor dan merupakan sistem yang sangat kompleks. Penelitian agronomi bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari salah satu kombinasi dari faktor-faktor pertumbuhan

yang biasanya melakukan juga pendekatan model statistika. Namun seringkali hasil yang ada hanya terbatas pada tempat dan waktu yang tertentu saja, yang berdasarkan masalah di daerah atau wilayah penelitian tertentu atau yang sesuai dengan tempat dilaksanakannya penelitian tersebut. Sehingga bila diterapkan pada waktu dan tempat yang lain maka dilakukan penelitian lagi.

Untuk mengurangi tingkat kesulitan dalam melakukan penelitian dalam sistem yang kompleks tersebut, pemodelan (*modelling*) sebagai suatu bentuk penyederhanaan sistem dengan pendekatan mekanistik yang dapat menggambarkan suatu proses atau beberapa proses secara teratur. Pemodelan (*modelling*) pertanian disusun menggunakan data cuaca pada wilayah kajian dan divalidasi berdasarkan hasil data lapang untuk mengetahui pengaruh unsur-unsur cuaca terhadap tanaman sehingga dapat memprediksi potensi hasil, manajemen pertanian, dan produktivitas tanaman. Selain menyederhanakan proses penelitian, pemodelan dapat menjadi alternatif untuk meningkatkan produktivitas tanaman dengan menghemat waktu dan biaya secara efektif dan efisien pada wilayah- wilayah yang memiliki potensi sumber daya lahan.

Pertumbuhan dan perkembangan tanaman tebu membutuhkan waktu yang relatif lama serta proses yang sangat kompleks meliputi interaksi antara atmosfer, tanah, dan tanaman. Iklim merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman tebu. Percobaan lapang tentang respon tanaman tebu terhadap perubahan iklim sudah banyak dilakukan, akan tetapi masih sedikit model yang dapat dibuat berdasarkan percobaan.

Cropsyst merupakan salah satu model prediksi untuk mempelajari pengaruh manajemen sistem tanaman pada produktivitas tanaman dan lingkungan.

Model-model simulasi tanaman yang berdasarkan pada faktor-faktor tanaman, tanah dan cuaca adalah alat yang efektif dalam penelitian-penelitian di sektor pertanian. Model ini dapat digunakan untuk merencanakan alternatif strategi untuk penanaman, penggunaan tanah dan pengelolaan air (Carberry and Abrecht, 1991 dalam Istnaeni, 2002), untuk mengevaluasi tanaman, varietas dan teknologi budidaya, untuk menganalisis tingkat resiko iklim terhadap pertumbuhan tanaman, sehingga dapat digunakan perluasan wilayah penanaman dan pemilihan sistem usaha tani yang sesuai lokasi (Boer dan Las, 2003) untuk memformulasikan hipotesis dan rancangan percobaan penelitian-penelitian, untuk menduga hasil tanaman (Horie et al., 1995 dalam Istnaeni, 2002) dan lain-lain.

Cropsyst menghasilkan model yang dapat mengestimasi potensi tanaman pada kondisi iklim dan tanah spesifik. Model *Cropsyst* digunakan sebagai alat penelitian terapan, analisis skenario produktivitas dan dampak lingkungan dari sistem tanam dan manajemen tanam dalam hal ini penentuan waktu tanam dan pola tanam juga dampak perubahan iklim pada sistem tanam dan strategi manajemen tanam. Sebelum suatu model tanaman diaplikasikan untuk alat manajemen, maka model tersebut harus dievaluasi baik kinerja maupun keakuratan luaran yang dihasilkan dalam bentuk parameterisasi, verifikasi dan validasi.

Hasil Penelitian Kaimuddin (2014), menunjukkan bahwa fenologi tanaman kedelai (jumlah hari yang dibutuhkan untuk mencapai fase tertentu) hasil observasi dan simulasi *Cropsyst* di daerah yang mengalami cekaman air dan intensitas radiasi yang tinggi jauh berbeda. Demikian pula dengan produktivitasnya. Hasil ini menunjukkan bahwa model *cropsyst* akurat dan dapat merespon terhadap kondisi cuaca dan air di lokasi percobaan.

Hasil penelitian Razaa (2014) menunjukkan bahwa ketepatan *cropsyst* dalam memprediksi air tanah pada tanah-tanah yang langka air. Hasilnya menunjukkan bahwa *cropsyst* dapat digunakan untuk memprediksi kandungan air tanah dengan membandingkan simulasi dengan kandungan air tanah yang diambil dari lapang.

Menurut hasil penelitian Aminah (2016), Ketepatan model *cropsyst* dalam simulasi produksi pada berbagai wilayah dan waktu tanam memungkinkan dilakukannya prediksi produksi sehingga waktu tanam yang tepat yang dapat memberikan hasil yang optimal dapat ditetapkan atau disarankan.

Potensi produksi perkebunan tebu dapat pula diprediksi dalam pemodelan tanaman. Demikian pula halnya dengan perkebunan PG Camming yang saat ini menghadapi masalah produksi yang semakin menurun. Maka dari itu, dengan menggunakan model *cropsyst* maka dapat menjadi bahan pertimbangan evaluasi pertanaman tebu berdasarkan aspek manajemen tanaman, pengaruh iklim serta aspek yang lainnya.

Berdasarkan uraian diatas, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pertumbuhan dan produksi tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) menggunakan model *cropsyst*.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan permasalahan diatas maka dapat dibuat perumusan masalah yaitu, bagaimana cara mengetahui produksi tanaman tebu dengan menggunakan model *Cropsyst*.

1.3 Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari dilaksanakannya penelitian ini adalah untuk mengetahui tingkat validitas data produksi pertanaman tebu dengan model *Cropsyst* pada agroekologi PG Camming.

Adapun kegunaan dari penelitian ini yaitu sebagai bahan informasi bagi pihak yang membutuhkan serta dapat dimanfaatkan sebagai pertimbangan dalam menetapkan manajemen perkebunan tebu di PG Camming dalam upaya optimalisasi produksi serta acuan bagi PG Camming dalam pengembangan perkebunan selanjutnya.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Tebu

Tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) telah dikenal sejak beberapa abad yang lalu oleh bangsa Persia, Cina, India, kemudian menyusul bangsa Eropa. Pada sekitar tahun 400-an tanaman tebu telah ditemukan tumbuh di Pulau Jawa dan Sumatera, dan dibudidayakan secara komersial oleh imigran Cina (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2009). Tebu termasuk dalam tumbuhan yang dapat ditanam di daerah tropis dan subtropik. Di daerah tropis, tanaman tebu dibudidayakan di negara-negara seperti Thailand, Filipina, Malaysia, India, dan Indonesia. Sedangkan di daerah subtropis budidaya tebu banyak dijumpai di Amerika Tengah, Amerika Selatan, Australia, dan Hawaii (Tim Penulis PTPN XI, 2010). Di Indonesia, sentra perkebunan tebu terutama di daerah Jawa Timur, Jawa Tengah, DI-Yogyakarta, Sumatera Selatan, Sumatera Utara, Lampung, Sulawesi Selatan, dan Gorontalo (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2009).

2.2 Ekologi Tanaman Tebu

2.2.1 Iklim

Tebu termasuk dalam tumbuhan yang dapat ditanam di daerah tropis dan subtropis, lebih kurang pada daerah antara 39° LU dan 39° LS. Curah hujan yang optimum untuk tanaman tebu adalah 1.500-2.500 mm per tahun dengan hujan tersebar merata. Produksi yang maksimum dicapai pada kondisi yang memiliki perbedaan curah hujan yang ekstrim antara musim hujan dan musim kemarau. Iklim kering pada musim kemarau selama 3-6 bulan dengan suhu optimum 25-30° C. Suhu udara yang tinggi diikuti dengan kelembaban tanah dan udara yang juga

tinggi, akan sangat menguntungkan pertumbuhan vegetatif tanaman. Cuaca kering yang dingin atau *cool dry weather* dapat mempercepat pematangan (Balai Penelitian Tanah, 2010).

2.2.2 Suhu

Suhu yang baik untuk tanaman tebu berkisar antara 24° C hingga 30° C, dengan kelembaban nisbi yang dikehendaki adalah 65-70%, dan pH tanah 5,5-7,0. Kecepatan angin yang optimum untuk pertumbuhan tebu kurang dari 10 km/jam, karena angin dengan kecepatan lebih dari 10 km/jam akan merobohkan tanaman tebu (Tim Penulis PTPN XI, 2010).

2.2.3 Ketinggian/ Elevasi

Tebu dapat tumbuh dari dataran rendah hingga dataran tinggi pada ketinggian 1400 m diatas permukaan laut (dpl), tetapi pada ketinggian mulai +1200 m (dpl) pertumbuhan tebu akan lambat.

2.2.4 Topografi

Syarat topografi lahan tebu adalah berlereng panjang, rata, dan melandai. Bentuk permukaan lahan yang baik untuk pertumbuhan tebu adalah datar sampai bergelombang dengan kemiringan lereng 0– 8 % .

2.2.5 Kondisi Tanah

Tekstur tanah yang cocok untuk tanaman tebu adalah tekstur tanah ringan sampai agak berat dengan kemampuan menahan air yang cukup. Kedalaman (solum) tanah untuk pertumbuhan tanaman tebu minimal 50 cm dengan tidak ada lapisan kedap air (Sudiatso, 1982).

2.3 Morfologi Tanaman Tebu

Menurut Indrawanto *et al.* (2012) tebu biasanya tumbuh di dataran rendah dan beriklim tropis. Tanaman ini memiliki beberapa bagian yaitu akar, batang, daun, dan bunga. Sistem perakaran tebu merupakan perakaran serabut yang tidak panjang dan tumbuh dari cincin tunas anakan.

James (2004) menjelaskan bahwa tebu memiliki batang yang tidak bercabang dengan panjang 2-4 m atau lebih dengan diameter bisa mencapai 5 cm. Batang tebu merupakan batang yang beruas-ruas. Umumnya batang tebu tumbuh dengan lurus, tetapi terkadang beberapa batang tebu tumbuh berliku-liku. Bentuk ruas tebu adalah silindris, konus, bikonkaf dan sebagainya. Bentuk ini tergantung varietas dari tanaman tebu tersebut. Batang tebu tidak mengalami peningkatan ketebalan setelah mencapai ketebalan primer, artinya tebu tidak mengalami pertumbuhan ketebalan sekunder. Rao (1947) juga menambahkan bahwa batang tebu memiliki tiga fungsi ekonomis yaitu struktur mekanik sebagai penopang daun dan bunga, *fibro-vascular system* yang mentransportasikan produk metabolisme serta sebagai tempat penyimpanan atau sumber energi dari pertumbuhan tanaman.

Daun tebu terbagi menjadi helai daun dan pelepah daun. Bentuk helai daun seperti pita dengan ukuran panjang 1-2 m tergantung keadaan lingkungan dan varietasnya serta lebar helai daun antara 2-7 cm. Tebu tidak memiliki tangkai daun. Pelepah daun menempel pada batang tebu dan dibatasi oleh lidah daun. Ujung daun tebu bentuknya meruncing dan pinggirnya bergerigi (James, 2004).

Bunga tebu tersusun dari malai yang telah mengalami pertumbuhan vegetatif. Bentuk pembungaan malai memanjang. Bunga muncul dari pangkal pertumbuhan

vegetatif tebu. Umur bunga bervariasi dari 8-18 bulan tergantung dari varietas, iklim, dan waktu tanam. Bunga tebu merupakan bunga sempurna. Produksi bunga juga menurunkan kadar sukrosa batang tebu. Hal ini disebabkan oleh energi yang akan digunakan untuk pembentukan sukrosa justru akan berkurang karena dialokasikan untuk pembentukan bunga (Rao, 1947 dan James, 2004).

2.4 Fenologi Tanaman Tebu

Fenologi merupakan studi yang mempelajari tentang fase-fase yang terjadi secara alami pada makhluk hidup selama masa pertumbuhan dan perkembangannya. Setiap makhluk hidup memiliki respon fisiologis dan morfologis yang berbeda-beda pada siklus hidupnya. Respon fisiologis dan morfologis terhadap perubahan cuaca dan iklim yang terjadi di lingkungan akan dicatat sebagai siklus kejadian alam (fase). Perubahan cuaca dan iklim ini meliputi lama penyinaran, suhu, presipitasi, dan kelembaban udara (Yulia, 2007).

Pengamatan fenologi dilakukan pada fase vegetatif dan generatif dengan mengamati fase perkecambahan, pembungaan, pembentukan biji, dan panen. Pertumbuhan tanaman tebu yang normal membutuhkan fase vegetatif selama enam hingga tujuh bulan. Selama fase generative, tebu memerlukan 2-4 bulan kering untuk pembentukan sukrosa dan memasuki waktu panen pada umur 10 hingga 14 bulan setelah tanam (Indrawanto, 2012). Menurut Pembengo dan Suwanto (2012), kejadian fenologi tanaman tebu memiliki beberapa tahap mulai dari saat tanam hingga panen yaitu perkecambahan, anakan maksimum, anakan tetap, batang maksimum dan panen.

Menurut Sundara (1998), tahapan fase perkembangan tanaman tebu yaitu:

- (1) Fase muncul lapang (*emergence phase*)
- (2) Fase anakan maksimum/ pembentukan anakan (*tillering phase*)
- (3) Fase anakan tetap (*steady phase*)
- (4) Fase batang maksimum/ pemasakan dan pematangan (*ripening dan maturity phase*)
- (5) Fase panen.

Laju perkembangan dari masing-masing kejadian fenologi didekati dengan konsep thermal unit mengasumsikan faktor panjang hari tidak berpengaruh. Laju perkembangan tanaman berbanding lurus dengan suhu rata-rata (T_r) di atas suhu dasar tanaman (T_b). Laju perkembangan tanaman terjadi bila suhu rata-rata harian melebihi suhu dasar yaitu sebesar $10-12^{\circ}\text{C}$ (Martine *et al.*, 1999).

Menurut Okta Nindita (2018), Fase perkecambahan/ muncul lapang (*emergence phase*) adalah dari saat tanam sampai terjadinya perkecambahan tunas secara lengkap. Perkecambahan dimulai pada umur 7-10 hari setelah tanam (HST) dan biasanya berakhir pada 30-35 HST. Fase pembentukan anakan (*tillering phase*) atau anakan maksimum, dimulai umur 40 HST dan dapat berakhir hingga 120 HST. Anakan lebih awal menghasilkan tebu dengan batang lebih tebal dan berat. Anakan terakhir akan mati atau menjadi pendek dan tidak matang. Anakan maksimum tercapai sekitar 90-120 HST. Pada umur antara 150-180 HST, 50% anakan mati dan mencapai populasi yang stabil (*steady phase*). Dari 6-8 anakan, biasanya hanya 1-2 yang menjadi tebu yang dapat dipanen.

Fase pertumbuhan cepat (*grand growth phase/ fase steady*) atau anakan tetap, dimulai pada 120 HST dan berakhir hingga 270 HST untuk tebu berumur 12 bulan. Selama awal periode fase ini terjadi pemantapan jumlah anakan (*fase steady*). Dari seluruh anakan yang dihasilkan, hanya 40-50% yang akan berlangsung hidup hingga umur 150 HST membentuk batang tebu yang dapat digiling (*millable cane*). Fase ini terjadi pembentukan dan pemanjangan batang yang menentukan produksi.

Fase pemasakan dan pematangan (*ripening and maturity phase*) atau batang maksimum, untuk tebu berumur 12 bulan akan berlangsung dari 270 HST sampai 360 HST. Pada fase ini gula di dalam batang tebu mulai terbentuk hingga titik optimal dan setelah itu rendemennya berangsur-angsur menurun. Fase panen inilah yang disebut dengan tahap penimbunan rendemen gula. Pada fase ini tanaman keprasan (*ratoon*) terjadi lebih awal disbanding tanaman baru (*plant cane/PC*).

2.5 Teknik Budidaya Tanaman Tebu

Menurut Indrawanto dkk. (2010) budidaya tanaman tebu yaitu:

A. Pengadaan Bahan Tanaman

Tebu bibit dibudidayakan melalui beberapa tingkat kebun bibit yaitu berturut-turut dari kebun bibit pokok (KBP), kebun bibit nenek (KBN), kebun bibit induk (KBI), dan kebun bibit datar (KBD). KBP yang merupakan kebun bibit tingkat I menyediakan bibit bagi KBN. Bahan tanam untuk KBP merupakan varietas introduksi yang sudah lolos seleksi, misalnya varietas unggul yang dilepas oleh P3GI. Penanaman KBP disentralisir disuatu tempat agar dapat dijaga kemurniannya. Kebun bibit nenek (KBN) merupakan kebun bibit tingkat II yang menyediakan bahan tanam bagi KBI. Kebun bibit ini diusahakan oleh institusi

penelitian secara tersentralisir untuk menjaga kemurnian dan kesehatannya. Kebun bibit induk (KBI) merupakan kebun bibit tingkat III yang menyediakan bahan tanam bagi KBD. Luasan KBI yang lebih besar daripada KBP dan KBN mengharuskan KBI diselenggarakan dilokasi yang tersebar. Varietas yang ditanam pada KBI harus sudah mencerminkan komposisi jenis pada tanaman tebu giling yang akan datang. Kebun bibit datar (KBD) merupakan kebun bibit tingkat IV yang menyediakan bahan tanaman bagi kebun tebu giling (KTG). Lokasi KBD hendaknya sedekat mungkin dengan lokasi yang akan dijadikan KTG. Varietas yang ditanam di KBD hendaknya antara 1-3 jenis saja untuk mempermudah menjaga kesehatan kemurnian jenisnya. Bulan tanam di KBP, KBN, KBI, KBD dan KTG haruslah disesuaikan dengan sifat kemasakan varietas tebu yang ditanam. Bulan dan waktu tanam berdasarkan sifat kemasakan varietas tebu yang ditanam dimasing-masing kebun.

Bibit tebu diambil dari batang tebu dengan 2-3 mata tunas yang belum tumbuh. Bibit ini disebut juga dengan bibit stek batang/bagal. Cara lain yang kadang digunakan adalah dengan memakai pucuk batang tebu dengan dua atau lebih mata, bibit ini disebut bibit stek pucuk/top stek. Standar kebun bibit yang harus dipenuhi untuk Kebun Bibit Pokok (KBP), Kebun Bibit Nenek (KBN), Kebun Bibit Induk (KBI) dan Kebun Bibit Datar (KBD) adalah:

1. Tingkat kemurnian varietas untuk KBP dan KBN harus 100%, sedangkan untuk KBI > 98% dan KBD > 95%
2. Bebas dari luka api, penyakit blendok, pokkah bung, mosaik dan lain-lain.
Toleransi gejala serangan < 5%

3. Gejala serangan penggerek batang < 2% dan gejala serangan hama lainnya < 5%
4. Lokasi kebun bibit dipinggir jalan, lahan subur, pengairan terjamin dan bebas dari genangan Sedangkan standar kualitas bibit dari varietas unggul yang harus dipenuhi adalah:
5. Daya kecambah > 90%, segar, tidak berkerut dan tidak kering
6. Panjang ruas 15-20 cm dan tidak ada gejala hambatan pertumbuhan
7. Diameter batang + 2 cm dan tidak mengkerut/mengering
8. Mata tunas masih dorman, segar dan tidak rusak
9. Primordia akar belum tumbuh
10. Bebas dari penyakit pembuluh

B. Pembersihan Areal

Pembersihan dan persiapan lahan bertujuan untuk membuat kondisi fisik dan kimia tanah sesuai untuk perkembangan perakaran tanaman tebu. Tahap pertama yang harus dilakukan pada lahan semak belukar dan hutan adalah penebasan atau pembabatan untuk membersihkan semak belukar dan kayu-kayu kecil. Setelah tahap pembabatan selesai dilanjutkan dengan tahap penebangan pohon yang ada dan menumpuk hasil tebangan. Pada tanah bekas hutan, kegiatan pembersihan lahan dilanjutkan dengan pencabutan sisa akar pohon. Pembersihan lahan semak belukar dan hutan untuk tanaman tebu baru (*plant cane/PC*) secara prinsip sama dengan pembersihan lahan bekas tanaman tebu yang dibongkar untuk tanaman tebarbaru (*ratoon plant cane/RPC*). Akan tetapi pada PC sedikit lebih berat karena tata

letak kebun, topografi maupun struktur tanahnya masih belum sempurna, selain itu terdapat pula sisa-sisa batang/perakaran yang mengganggu pelaksanaan kegiatan.

Areal pertanaman tebu dibagi per rayon dengan luas antara 2.500-3.000 ha per rayon. Setiap rayon dibagi per blok yang terdiri dari 10 petak, dengan tiap petak berukuran sekitar 200 m x 400 m (8 ha). Antar blok dibuat jalan kebun dengan lebar 12 m dan antar petak dibuat jalan produksi dengan lebar 8 m. Kegiatan penyiapan lahan terdiri dari pembajakan pertama, pembajakan kedua, penggaruan dan pembuatan kairan. Pembajakan pertama bertujuan untuk membalik tanah serta memotong sisa-sisa kayu dan vegetasi lain yang masih tertinggal. Peralatan yang digunakan adalah Rome Harrow 20 disc berdiameter 31 inci dan Bulldozer 155 HP untuk menarik. Pembajakan dimulai dari sisi petak paling kiri. Kedalaman olah sekitar 25-30 cm dengan arah bajakan menyilang barisan tanaman tebu sekitar 45°. Kegiatan ini rata-rata membutuhkan waktu sekitar 6-7 jam untuk satu petak (8 ha). Pembajakan kedua dilaksanakan tiga minggu setelah pembajakan pertama. Arah bajakan memotong tegak lurus hasil pembajakan pertama dengan kedalaman olah 25 cm. Peralatan yang digunakan adalah disc plow 3-4 disc berdiameter 28 inci dengan traktor 80-90 HP untuk menarik. Penggaruan bertujuan untuk menghancurkan bongkahan-bongkahan tanah dan meratakan permukaan tanah. Penggaruan dilakukan menyilang dengan arah bajakan. Peralatan yang digunakan adalah Baldan Harrow dan traktor 140 HP untuk menarik. Kegiatan ini rata-rata membutuhkan waktu sekitar 9-10 jam untuk satu petak (8 ha).

Pembuatan kairan adalah pembuatan lubang untuk bibit yang akan ditanam. Kairan dibuat memanjang dengan jarak dari pusat ke pusat (PKP) 1,35-1,5 m,

kedalaman 30-40 cm dan arah operasi membuat kemiringan maksimal 2%.

Kegiatan ini rata-rata membutuhkan waktu sekitar 8 jam untuk satu petak (8 ha).

C. Penanaman

Kebutuhan bibit tebu per ha antara 60-80 kwintal atau sekitar 10 mata tumbuh per meter kairan. Sebelum ditanam bibit perlu diberi perlakuan sebagai berikut:

- (1) Seleksi bibit untuk memisahkan bibit dari jenis-jenis yang tidak dikehendaki
- (2) Sortasi bibit untuk memilih bibit yang sehat dan benar benar akan tumbuh serta memisahkan bibit bagal yang berasal dari bagian atas, tengah dan bawah.
- (3) Pemotongan bibit harus menggunakan pisau yang tajam dan setiap 3-4 kali pemotongan pisau dicelupkan kedalam lisol dengan kepekatan 20%
- (4) Memberi perlakuan air panas (*hot water treatment*) pada bibit dengan merendam bibit dalam air panas (50° C) selama 7 jam kemudian merendam dalam air dingin selama 15 menit. Hal ini dimaksudkan untuk menjaga bibit bebas dari hama dan penyakit Bibit yang telah siap tanam ditanam merata pada kairan. Penanaman bibit dilakukan dengan menyusun bibit secara *over lapping* atau *double row* atau *end to end* (*nguntu walang*) dengan posisi mata disamping. Hal ini dimaksudkan agar bila salah satu tunas mati maka tunas disebelahnya dapat menggantikan. Bibit yang telah ditanam kemudian ditutup dengan tanah setebal bibit itu sendiri. Akan tetapi bila pada saat tanam curah hujan terlalu tinggi, maka bibit ditanam sebaiknya ditanam dengan cara *baya ngambang* atau bibit sedikit terlihat.

Pada tanaman *ratoon*, penggarapan tebu keprasan berbeda dengan tebu pertama. Pengeprasan tebu dimaksudkan untuk menumbuhkan kembali bekas tebu yang telah ditebang. Kebun yang akan dikepras harus dibersihkan dahulu dari

kotoran-kotoran bekas terbangun yang lalu. Setelah kebun selesai dibersihkan barulah pengeprasan dapat dimulai. Pelaksanaan pengeprasan haruslah dilakukan secara berkelompok dan perpetak. Pengeprasan jangan dilakukan secara terpacar-pacar karena akan mengakibatkan pertumbuhan tebu tidak merata sehingga penuaannya menjadi tidak merata dan menyulitkan pemilihan dan penebangan tanaman yang akan dipanen. Seminggu setelah dikepras, tanaman diairi dan dilakukan penggarapan (jugaran) sebagai bumbun pertama dan pembersihan rumput-rumputan. Tujuan penggarapan ini adalah memperbaharui akar tua dan akar putus diganti akar muda, sehingga mempercepat pertumbuhan tunas dan anakan. Selain itu tanah menjadi longgar sehingga pupuk akan dengan mudah masuk kedalam tanah.

D. Penyulaman

Penyulaman dilakukan untuk mengganti bibit tebu yang tidak tumbuh, baik pada tanaman baru maupun tanaman keprasan, sehingga nantinya diperoleh populasi tanaman tebu yang optimal. Untuk bibit bagal penyulaman dilakukan 2 minggu dan 4 minggu setelah tanam. Penyulaman dilaksanakan pada baris bagal 2-3 mata sebanyak dua potong dan diletakkan pada baris tanaman yang telah dilubangi sebelumnya. Apabila penyulaman tersebut gagal, penyulaman ulang harus segera dilaksanakan.

E. Pemupukan

Dosis pupuk yang digunakan haruslah disesuaikan dengan keadaan lahan, untuk itu perlu dilakukan analisa tanah dan daun secara bertahap. Secara garis besar dosis pupuk untuk tanaman baru maupun keprasan pada beberapa tipe tanah. Pemupukan

dilakukan dengan dua kali aplikasi. Pada tanaman baru, pemupukan pertama dilakukan saat tanam dengan 1/3 dosis urea, satu dosis SP-36 dan 1/3 dosis KCl. Pemupukan kedua diberikan 1-1,5 bulan setelah pemupukan pertama dengan sisa dosis yang ada. Pada tanaman keprasan, pemupukan pertama dilakukan 2 minggu setelah keprasan dengan 1/3 dosis urea, satu dosis SP-36 dan 1/3 dosis KCl. Pemupukan kedua diberikan 6 minggu setelah keprasan dengan sisa dosis yang ada.

F. Pengendalian Hama dan Penyakit

Pengendalian hama dan penyakit dapat mencegah meluasnya serangan hama dan penyakit pada areal pertanaman tebu. Pencegahan meluasnya hama dan penyakit dapat meningkatkan produktivitas. Beberapa hama dan penyakit utama tanaman tebu adalah:

a. Hama

1. Penggerek Pucuk (*Triporyza vinella* F)

Penggerek pucuk menyerang tanaman tebu umur 2 minggu sampai umur tebang. Gejala serangan ini berupa lubang-lubang melintang pada helai daun yang sudah mengembang. Serangan penggerek pucuk pada tanaman yang belum beruas dapat menyebabkan kematian, sedangkan serangan pada tanaman yang beruas akan menyebabkan tumbuhnya siwilan sehingga rendemen menurun.

Pengendalian hama ini dapat dilakukan dengan memakai insektisida Carbofuran atau Petrofur yang terserap jaringan tanaman tebu dan bersifat sistemik dengan dosis 25 kg/ha ditebarkan ditanah.

2. Uret (*Lepidieta stigma* F)

Hama uret berupa larva kumbang terutama dari familia Melolonthidae dan Rutelidae yang bentuk tubuhnya mem-bengkok menyerupai huruf U. Uret menyerang perakaran dengan memakan akar sehingga tanaman tebu menunjukkan gejala seperti kekeringan. Jenis uret yang menyerang tebu di Indonesia antara lain *Leucopholis rorida*, *Psilophis* sp. dan *Pachnessa nicobarica*. Pengendalian dilakukan secara mekanis atau khemis dengan menangkap kumbang pada sore/malam hari dengan perangkap lampu biasanya dilakukan pada bulan Oktober-Desember. Disamping itu dapat pula dengan melakukan pengolahan tanah untuk membunuh larva uret atau menggunakan insektisida carbofuran 3G.

3. Penggerek Batang

Ada beberapa jenis penggerek batang yang menyerang tanaman tebu antara lain penggerek batang bergaris (*Proceras sacchariphagus* Boyer), penggerek batang berkilat (*Chilo traea auricilia* Dudg), penggerek batang abu-abu (*Eucosma schistaceana* Sn), penggerek batang kuning (*Chilo traea infuscatella* Sn), dan penggerek batang jambon (*Sesamia inferens* Walk). Diantara hama penggerek batang tersebut penggerek batang bergaris merupakan penggerek batang yang paling penting yang hampir selalu ditemukan di semua kebun tebu.

Serangan penggerek batang pada tanaman tebu muda berumur 3-5 bulan atau kurang dapat menyebabkan kematian tanaman karena titik tumbuhnya mati. Sedangkan serangan pada tanaman tua menyebabkan kerusakan ruas batang dan pertumbuhan ruas di atasnya terganggu, sehingga batang menjadi pendek, berat batang turun dan rendemen gula menjadi turun pula. Tingkat serangan hama ini dapat mencapai 25%.

Pengendalian umumnya dilakukan dengan penyemprot-an insektisida antara lain dengan penyemprotan Pestona/ Natural BVR. Beberapa cara pengendalian lain yang dilakukan yaitu secara biologis dengan menggunakan parasitoid telur *Trichogramma* sp. dan lalat jatiroto (*Diatraeophaga striatalis*). Secara mekanis dengan rogesan. Kultur teknis dengan menggunakan varietas tahan yaitu PS 46, 56,57 dan M442-51. Atau secara terpadu dengan memadukan 2 atau lebih cara-cara pengendalian tersebut.

b. Penyakit

1. Penyakit mosaik

Disebabkan oleh virus dengan gejala serangan pada daun terdapat noda-noda atau garis-garis berwarna hijau muda, hijau tua, kuning atau klorosis yang sejajar dengan berkas-berkas pembuluh kayu. Gejala ini nampak jelas pada helaian daun muda. Penyebaran penyakit dibantu oleh serangga vektor yaitu kutu daun tanaman jagung, *Rhopalosiphum maidis*. Pengendalian dilakukan dengan menanam jenis tebu yang tahan, menghindari infeksi dengan menggunakan bibit sehat, dan pembersihan lingkungan kebun tebu.

2. Penyakit busuk akar

Disebabkan oleh cendawan *Pythium* sp. Penyakit ini banyak terjadi pada lahan yang drainasenya kurang sempurna. Akibat serangan maka akar tebu menjadi busuk sehingga tanaman menjadi mati dan tampak layu. Pengendalian penyakit dilakukan dengan menanam varietas tahan dan dengan memperbaiki drainase lahan.

3. Penyakit blendok

Disebabkan oleh bakteri *Xanthomonas albilineans* dengan gejala serangan timbulnya klorosis pada daun yang mengikuti alur pembuluh. Jalur klorosis ini lama-lama menjadi kering. Penyakit blendok terlihat kira-kira 6 minggu hingga 2 bulan setelah tanam. Jika daun terserang berat, seluruh daun bergaris-garis hijau dan putih. Penularan penyakit terjadi melalui bibit yang berpenyakit blendok atau melalui pisau pemotong bibit. Pengendalian dengan menanam varietas tahan penyakit, penggunaan bibit sehat dan serta mencegah penularan dengan menggunakan desinfektan larutan lysol 15% untuk pisau pemotong bibit.

4. Penyakit Pokkahbung

Disebabkan oleh cendawan *Gibberella moniliformis*. Gejala serangan berupa bintik-bintik klorosis pada daun terutama pangkal daun, seringkali disertai cacat bentuk sehingga daun-daun tidak dapat membuka sempurna, ruasruas bengkok dan sedikit gepeng. Akibat serangan pucuk tanaman tebu putus karena busuk.

F. Panen

Pengaturan panen dimaksudkan agar tebu dapat dipungut secara efisien dan dapat diolah dalam keadaan optimum. Melalui pengaturan panen, penyediaan tebu di pabrik akan dapat berkesinambungan dan dalam jumlah yang sesuai dengan kapasitas pabrik sehingga pengolahan menjadi efisien. Kegiatan panen termasuk dalam tanggung jawab petani, karena petani harus menyerahkan tebu hasil panennya ditimbangan pabrik. Akan tetapi pada pelaksanaannya umumnya petani menyerahkan pelaksanaan panen kepada pabrik yang akan menggiling tebunya atau kepada KUD.

Pelaksanaan panen dilakukan pada bulan Mei sampai September dimana pada musim kering kondisi tebu dalam keadaan optimum dengan tingkat rendemen tertinggi. Penggiliran panen tebu mempertimbangkan tingkat kemasakan tebu dan kemudahan transportasi dari areal tebu ke pabrik. Kegiatan pemanenan meliputi estimasi produksi tebu, analisis tingkat kemasakan dan tebang angkut.

2.6 Cropsyst

Cropsyst (Cropping Systems) merupakan salah satu model prediksi untuk mempelajari pengaruh manajemen system tanaman pada produktivitas tanaman dan lingkungan yang dikembangkan oleh Departemen Teknik Sistem Biologi, Washington State University. Untuk tujuan ini, *cropsyst* mensimulasikan air tanah, nitrogen tanah tanaman, fenologi tanaman, kanopi tanaman dan pertumbuhan akar, produksi biomassa, hasil panen, produksi dan dekomposisi residu, erosi tanah pada air dan pestisida. Ini dipengaruhi oleh cuaca, karakteristik tanah, karakteristik tanaman, dan pilihan sistem manajemen tanaman termasuk rotasi tanaman, pemilihan kultivar, irigasi, pupuk nitrogen, aplikasi pestisida, tanah dan salinitas air irigasi, operasi persiapan lahan, dan manajemen residu (Stockle, 1996., Stockle 2003).

Cropsyst telah dikembangkan sebagai alat yang berorientasi manajemen, bukan sebagai alat penelitian dasar. Dimaksudkan untuk digunakan sebagai penelitian terapan, analisis skenario produktivitas dan dampak lingkungan dari sistem tanam maupun manajemen tanam, juga dampak perubahan iklim pada sistem tanam dan strategi manajemen tanam untuk efisiensi penggunaan air. *Cropsyst* juga telah

berkembang untuk memenuhi tuntutan baru dan memberikan beberapa konsep untuk masa depan (Stockle, 2014).

Cropsyst mensimulasikan air tanah, nitrogen, fenologi tanaman, kanopi tanaman, produksi, biomassa, hasil panen, produksi dan dekomposisi residu, erosi tanah oleh air dan pestisida. Input data yang dibutuhkan: suhu maksimum harian, suhu minimum harian, radiasi surya (intensitas dan lama penyinaran, kelembaban udara dan kecepatan angin). Data parameter tanah: tekstur tanah, pH tanah, kapasitas tukar kation, titik layu permanen, kapasitas lapang, bahan organik tanah, dan Bulk Density. Sedangkan data tanaman meliputi: genetik tanaman, lamanya siklus biologi tanaman, efficiency parameters management dan waktu aplikasi. Beberapa data meteorologi dapat diestimasi/dibangkitkan (tanpa data observasi) seperti: radiasi surya, kelembaban udara dan data angin). *Cropsyst* sebagai langkah pertama menuju adaptasi yang akan dijadikan contoh atas tantangan yang dihadapi oleh model yang sama pada sistem tanam (Stockle *et al.*, 2012).

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk melihat tingkat keakuratan *cropsyst* model. Hasil penelitian Zare *et al.* (2014) yang menggunakan *cropsyst* mendapatkan bahwa dengan irigasi lima hari sekali ditambah pemberian Nitrogen sebesar 45 kgN/ha merupakan yang terbaik bagi tanaman padi. Hal ini berarti bahwa simulasi ini memberi gambaran kalau *cropsyst* itu dapat membuat permodelan terhadap perlakuan untuk mendapatkan hasil yang terbaik bagi tanaman. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Razaa *et al.*, (2014), menunjukkan ketepatan model *cropsyst* dalam memprediksi air tanah pada lahan-lahan yang kekurangan air. Hasilnya mengatakan bahwa *cropsyst* dapat digunakan untuk

memprediksi kandungan air tanah dengan membandingkan simulasi dengan kandungan air tanah yang diambil di lapangan. Dalam penelitian lain, *Cropsyst* termasuk dalam kerangka pemodelan ekonomi bio pada beberapa tingkat pengguna air (Sommer *et al.*, 2011, Djanibekov *et al.*, 2013) dan di sektor ekonomi, model mewakili proses pengambilan keputusan petani dalam menghindari risiko perubahan iklim untuk menilai sensitivitas penggunaan air pertanian (Finger, 2012).