

**LAPORAN TUGAS AKHIR**

**PERBANDINGAN KINERJA DAN BIAYA OPERASIONAL  
APLIKASI HERBISIDA PRATUMBUH METODE DRONE  
DAN KONVENSIONAL PADA TEBU (*Saccharum officinarum* L.)  
*PLANT CANE* DI PT SINERGI GULANUSANTARA  
MKSO KEBUN SEI SEMAYANG**

**Oleh  
IWAN ERA SYAHPUTRA  
Nirm 01.04.22.240**

**Sebagai salah satu syarat memperoleh Gelar  
Sarjana Terapan Pertanian (S.Tr.P)**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PRODUKSI TANAMAN PERKEBUNAN  
JURUSAN PERKEBUNAN  
POLITEKNIK PEMBANGUNAN PERTANIAN MEDAN  
KEMENTERIAN PERTANIAN  
2026**

## LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

**Judul** : Perbandingan Kinerja dan Biaya Operasional Aplikasi  
Herbisida Pratumtuh Metode Drone dan Konvensional  
pada Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Plant Cane di PT  
Sinergi Gula Nusantara MKSO Kebun Sei Semayang

**Nama** : Iwan Era Syahputra

**Nirm** : 01.04.22.240

**Program Studi** : Teknologi Produksi Tanaman Perkebunan

**Jurusan** : Perkebunan

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



Mawar Indah Br Perangin-angin, S.TP., M.Si.  
NIP. 19801227 200312 2 004

Dosen Pembimbing II



Fajar Ramadhan, S.ST., M.M.  
NIP. 2006869

Mengetahui,

Ketua Jurusan



Dr. Rahmi Eka Putri, S.Si., M.Si.  
NIP. 19850603 201101 2 009

Ketua Program Studi



Dr. Dedi Wahyudi, S.TP., M.Si.  
NIP. 19840102 201403 1 001

  
Direktur Perkebunan Medan  
Dr. Nurdana Harahap, S.P., M.Si.  
NIP. 19751001 200312 2 001

Tanggal Lulus : 08 Juli 2026

## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

**Judul** : Perbandingan Kinerja dan Biaya Operasional Aplikasi  
Herbisida Pratumbuh Metode Drone dan Konvensional  
pada Tebu (*Saccharum officinarum* L.) *Plant Cane* di PT  
Sinergi Gula Nusantara MKSO Kebun Sei Semayang

**Nama** : Iwan Era Syahputra

**Nirm** : 01.04.22.240

**Program Studi** : Teknologi Produksi Tanaman Perkebunan

**Jurusan** : Perkebunan

Menyetujui,

Ketua Penguji



Dr. Dedi Wahyudi, S.TP., M.Si.  
NIP. 19840102 201403 1 001

Anggota Penguji



Mawar Indah Br Perangin-angin, S.TP., M.Si.  
NIP. 19801227 200312 2 004

Anggota Penguji



Yenny Laura Komala Dewi Butarbutar, S.P., M.P.  
NIP. 19881114 201902 2 001

Tanggal Ujian : 08 Juli 2026

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Laporan TUGAS AKHIR ini adalah karya saya sendiri, dan semua sumber yang dikutip maupun dirujuk, telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Iwan Era Syahputra

Nirm : 01.04.22.240

Tanda Tangan :

A handwritten signature in black ink is written over a yellow 10,000 Rupiah Indonesian postage stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text 'REPUBLIK INDONESIA', '10000', and 'POS'. The serial number 'PF60AOX089660078' is visible at the bottom of the stamp.

Tanggal : 08 Juli 2026

## RIWAYAT HIDUP



Iwan Era Syahputra, lahir pada tanggal 23 September 2004 di Medan, Sumatera Utara. Penulis merupakan anak pertama dari 2 (dua) bersaudara dari pasangan Ayahanda Ardiansyah dan Ibunda Irma Linda. Penulis berdomisili di Desa Sunggal Kanan, Kecamatan Sunggal, Kabupaten Deli Serdang, Provinsi Sumatera Utara. Penulis telah menempuh pendidikan Sekolah Dasar di SD Yayasan Perguruan Sultan Iskandar Muda di Kecamatan Medan Sunggal dan dinyatakan lulus pada tahun 2013. Selanjutnya penulis menyelesaikan pendidikan Sekolah Menengah Pertama di SMP Negeri 9 Medan dan dinyatakan lulus pada tahun 2019. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Atas di SMA Negeri 15 Medan Jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (MIPA) dan dinyatakan lulus pada tahun 2022. Pada tahun 2022 penulis memperoleh kesempatan melanjutkan pendidikan jenjang Diploma IV (D4) di Politeknik Pembangunan Pertanian (Polbangtan) Medan Provinsi Sumatera Utara melalui seleksi penerimaan mahasiswa baru jalur umum dan telah menyelesaikan pendidikan Diploma IV Program Studi Teknologi Produksi Tanaman Perkebunan pada tahun 2026 di Polbangtan Medan dengan menyandang gelar Sarjana Terapan Pertanian (S.Tr.P) dengan melakukan Tugas Akhir yang berjudul “Perbandingan Kinerja dan Biaya Operasional Aplikasi Herbisida Pratumtuh Metode Drone dan Konvensional pada Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Plant Cane di PT Sinergi Gula Nusantara MKSO Kebun Sei Semayang” di bawah bimbingan Ibu Mawar Indah Perangin-angin S.TP., M.Si. dan Bapak Fajar Ramadhan S.ST., M.M.

## **PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai alumni Polbangtan Medan, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Iwan Era Syahputra  
Nirm : 01.04.22.240  
Program Studi : Teknologi Produksi Tanaman Perkebunan  
Jenis karya : Tugas Akhir

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Pembangunan Pertanian (Polbangtan) Medan Hak Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*) atas tugas ilmiah saya yang berjudul Perbandingan Kinerja dan Biaya Operasional Aplikasi Herbisida Pratumtuh Metode Drone dan Konvensional pada Tebu (*Saccharum officinarum L.*) Plant Cane Di PT Sinergi Gula Nusantara MKSO Kebun Sei Semayang beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Polbangtan Medan berhak menyimpan, mengalih media/format-kan, mengolah dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan  
Pada : 08 Juli 2026  
Yang menyatakan,



(Iwan Era Syahputra)

## HALAMAN PERSEMBAHAN



**“Karena sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan” (QS. Al-Insyirah: 5–6)**

Saya panjatkan puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas segala nikmat, rahmat, serta karunia-Nya yang tiada henti diberikan kepada hamba-Nya. Berkat izin, kemudahan, kesehatan, dan kelancaran yang diberikan oleh-Nya, saya dapat menempuh pendidikan di Politeknik Pembangunan Pertanian Medan hingga akhirnya mampu menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Sholawat serta salam senantiasa terlimpahkan kepada junjungan alam, baginda Rasulullah Muhammad SAW, sosok teladan terbaik yang menjadi panutan saya dan seluruh umat manusia. Kelancaran dan kemudahan dalam menyelesaikan tugas akhir ini tentunya tidak dapat dipisahkan dari pihak-pihak yang telah memberikan bantuan, bimbingan, motivasi, serta doa restu, sehingga karya tulis sederhana ini saya persembahkan secara khusus kepada:

### ***Kepada Orangtuaku Tercinta***

Kepada Ayahanda tercinta, Ardiansyah sosok pejuang paling tangguh dalam hidupku. Terima kasih atas setiap tetes keringat, perjuangan, pengorbanan, dan doa yang tidak pernah putus demi masa depanku. Engkau adalah sosok yang selalu bekerja keras tanpa mengenal lelah, menjadi sandaran sekaligus kekuatan dalam setiap langkah kehidupanku. Tidak ada kata yang mampu menggambarkan besarnya kasih sayang dan pengorbanan yang telah Ayah berikan. Terima kasih karena selalu berusaha memberikan yang terbaik, mendukung setiap mimpiku, serta mengajarkan arti ketulusan, kerja keras, dan tanggung jawab. Kepada Ibunda tercinta, Irma Linda belahan jiwa dan rumah ternyaman dalam hidupku. Terima kasih atas cinta, kasih sayang, doa, serta pelukan hangat yang selalu Mama berikan tanpa pernah mengenal batas. Dalam setiap langkah hidupku, selalu ada doa Mama yang mengiringi, menjadi kekuatan terbesar saat aku lelah, jatuh, dan hampir menyerah. Terima kasih karena telah menjadi sosok perempuan hebat yang penuh kelembutan dan ketulusan, pengorbanan, perhatian, serta kasih sayang mama yang begitu besar tidak akan pernah mampu aku balas dengan apa pun. Ayah dan Mama adalah alasan aku tetap kuat dan terus berjuang untuk meraih mimpi hingga berada di titik ini. Terima kasih untuk semuanya, aku mencintaimu hari ini, esok, selalu, dan selamanya.

### ***Kepada Adik Perempuan Tersayang***

Adik Perempuan tersayang satu-satunya atas nama Jihan Ardilina Putri yang aku sayangi. Terima kasih karena selalu hadir menjadi bagian dari perjalanan hidupku.

Terima kasih atas doa, dukungan, perhatian, dan semangat yang adik berikan di setiap proses yang aku lalui hingga mampu menyelesaikan tugas akhir ini.

Kehadiran adik yang menjadi salah satu alasan aku tetap kuat dan terus berjuang saat merasa lelah. Terima kasih untuk setiap tawa dan cerita yang mampu menjadi penguat di tengah berbagai kesulitan.

### ***Kepada Dosen Pembimbing***

Terima kasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada Ibu Mawar Indah

Perangin-angin, S.TP., M.Si. dan Bapak Fajar Ramadhan, S.ST., M.M. selaku dosen pembimbing yang telah dengan penuh kesabaran, ketulusan, dan perhatian dalam membimbing penulis selama proses penyusunan tugas akhir ini. Terima kasih atas setiap waktu, ilmu, arahan, nasihat, serta motivasi yang telah diberikan di tengah kesibukan Bapak dan Ibu. Segala kritik dan saran yang diberikan menjadi pelajaran berharga yang tidak hanya membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini, tetapi juga membentuk penulis untuk menjadi pribadi yang lebih baik, lebih teliti, dan lebih bertanggung jawab dalam menempuh dunia akademik maupun kehidupan ke depan. Gelar sarjana yang berhasil saya capai bukan hanya hasil dari usaha pribadi semata, melainkan juga berkat bimbingan, dukungan, serta ketulusan Bapak dan Ibu dalam mendampingi setiap proses perjalanan akademik saya. Semoga segala ilmu, perhatian, dan keikhlasan yang telah Bapak dan Ibu berikan menjadi amal kebaikan yang terus mengalir pahalanya.

### ***Kepada PT Sinergi Gula Nusantara MKSO Kebun Sei Semayang***

Dengan penuh rasa hormat dan terima kasih, saya sampaikan kepada seluruh jajaran PT Sinergi Gula Nusantara MKSO Kebun Sei Semayang yang telah memberikan kesempatan, dukungan, arahan, serta bantuan kepada penulis selama proses penelitian berlangsung. Terima kasih atas segala kebaikan dan penerimaan yang diberikan di tengah kesibukan aktivitas operasional perusahaan. Semoga segala bantuan dan kontribusi yang telah diberikan menjadi amal kebaikan serta membawa keberkahan dan kesuksesan bagi perusahaan dan seluruh pihak yang terlibat.

### ***Kepada TPTP A 22***

Kepada seluruh teman-teman TPTP A 22, terima kasih karena telah menjadi bagian indah dalam perjalanan selama 4 (empat) tahun terakhir. Bersama kalian, hari-hari perkuliahan dipenuhi dengan tawa, cerita, perjuangan, rasa lelah, hingga air mata yang pada akhirnya menjadi kenangan yang begitu berharga. Terima kasih karena sudah saling menguatkan dan bertahan hingga berada di titik ini. Semoga langkah kita ke depan dipenuhi kesuksesan dan kebahagiaan, di mana pun nantinya kita berada. Terkhusus untuk dosen wali tercinta, Ibu Merlyn Mariana, S.P, M.P. Terima kasih karena telah menjadi sosok ibu bagi kami selama menjalani masa perkuliahan. Kelembutan hati, kasih sayang, perhatian, serta setiap bimbingan dan arahan yang ibu berikan akan selalu kami kenang dengan penuh rasa hormat dan cinta. Semoga Ibu selalu berada dalam lindungan Tuhan, diberikan kesehatan, kebahagiaan, serta dilancarkan segala urusan dan langkah kehidupan ibu.

## ABSTRAK

Iwan Era Syahputra, Nirm. 01.04.22.240. Perbandingan Kinerja dan Biaya Operasional Aplikasi Herbisida Pratumbuh Metode Drone dan Konvensional pada Tebu (*Saccharum officinarum* L.) *Plant Cane* di PT Sinergi Gula Nusantara MKSO Kebun Sei Semayang. Penelitian ini bertujuan membandingkan kinerja dan biaya operasional aplikasi herbisida pratumbuh metode *drone sprayer* dan konvensional pada tebu *plant cane*. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif-komparatif berdasarkan data operasional aktual Rayon A MT 2025/2026. Sampel ditentukan melalui sampel jenuh, yaitu 38 hari operasi yang terdiri atas 20 hari operasi *drone sprayer* dan 18 hari operasi konvensional. Indikator kinerja meliputi kapasitas kerja aktual dan kebutuhan tenaga kerja per hektare. Data dianalisis secara deskriptif dan diuji menggunakan *Mann-Whitney U*. Hasil menunjukkan kapasitas kerja *drone sprayer* sebesar 10,93 ha/hari, lebih tinggi dibandingkan konvensional 2,71 ha/hari. Kebutuhan tenaga kerja *drone sprayer* sebesar 0,2506 HOK/ha, lebih rendah dibandingkan konvensional 1,3160 HOK/ha. Kedua indikator berbeda signifikan dengan  $p < 0,001$ . Biaya operasional *drone sprayer* sebesar Rp804.043/ha, lebih tinggi dibandingkan konvensional Rp758.908/ha. Titik impas tercapai jika tarif jasa drone turun menjadi Rp216.838/ha atau biaya garap konvensional naik menjadi Rp252.942/ha.

Kata kunci: *tebu, herbisida pratumbuh, drone sprayer, metode konvensional, kinerja operasional, biaya operasional*

## ***ABSTRACT***

*Iwan Era Syahputra, Nirm. 01.04.22.240. Comparison of Operational Performance and Operating Costs of Pre-Emergence Herbicide Application Using Drone and Conventional Methods on Plant Cane Sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) at PT Sinergi Gula Nusantara MKSO Kebun Sei Semayang. This study compared operational performance and operating costs of pre-emergence herbicide application using drone sprayer and conventional methods. A quantitative descriptive-comparative approach was used based on actual operational data from Rayon A in the 2025/2026 planting season. Samples were 38 operation days, consisting of 20 drone sprayer days and 18 conventional days. Performance indicators included actual work capacity and labor requirement per hectare. Data were analyzed descriptively and tested using the Mann-Whitney U test. Results showed the drone sprayer reached 10.93 ha/day, higher than the conventional method at 2.71 ha/day. Labor requirement was 0.2506 man-days/ha for drone sprayer and 1.3160 man-days/ha for conventional, with significant differences in both indicators ( $p < 0.001$ ). Operating cost of drone sprayer was IDR 804,043/ha, higher than conventional at IDR 758,908/ha. Break-even is achieved if the drone service tariff decreases to IDR 216,838/ha or conventional labor cost increases to IDR 252,942/ha.*

*Keywords: sugarcane, pre-emergence herbicide, drone sprayer; conventional method, operational performance, operational cost*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan berkat, rahmat, dan pertolongan-Nya kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir yang berjudul **“Perbandingan Kinerja Dan Biaya Operasional Aplikasi Herbisida Pratumtuh Metode Drone dan Konvensional pada Tebu (*Saccharum officinarum* L.) Plant Cane di PT Sinergi Gula Nusantara MKSO Kebun Sei Semayang”**.

Penulis dalam melakukan penyusunan laporan ini telah mendapat petunjuk dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Ibu Dr. Nurliana Harahap, S.P, M.Si, selaku Direktur Politeknik Pembangunan Pertanian Medan.
2. Ibu Dr. Rahmi Eka Putri, S.Si, M.Si, selaku Ketua Jurusan Perkebunan, Politeknik Pembangunan Pertanian Medan.
3. Bapak Dr. Dedi Wahyudi, S.TP., M.Si, selaku Ketua Program Studi Teknologi Produksi Tanaman Perkebunan, Politeknik Pembangunan Pertanian Medan.
4. Ibu Mawar Indah Perangin-angin, S.TP., M.Si, selaku Dosen Pembimbing I.
5. Bapak Fajar Ramadhan S.ST., M.M, selaku Pembimbing Eksternal sekaligus Dosen Pembimbing II.
6. PT Sinergi Gula Nusantara MKSO Kebun Sei Semayang yang telah memfasilitasi kegiatan penelitian tugas akhir.
7. Kedua Orang Tua penulis.
8. Semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan ini.

Akhir kata, penulis mengharapkan saran dan kritik demi penyempurnaan laporan ini. Semoga ini bermanfaat bagi penulis pribadi dan semua pihak.

Medan, Juli 2026

Iwan Era Syahputra

## DAFTAR ISI

|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| HALAMAN JUDUL                                                                            |    |
| HALAMAN JUDUL SEBELAH DALAM                                                              |    |
| LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING                                                             |    |
| LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI                                                                |    |
| LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR                                                   |    |
| RIWAYAT HIDUP                                                                            |    |
| HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI                                                 |    |
| HALAMAN PERSEMBAHAN                                                                      |    |
| ABSTRAK                                                                                  |    |
| <i>ABSTRACT</i>                                                                          |    |
| KATA PENGANTAR.....                                                                      | i  |
| DAFTAR ISI.....                                                                          | ii |
| DAFTAR TABEL .....                                                                       | iv |
| DAFTAR GAMBAR .....                                                                      | v  |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                                                                    | vi |
| I. PENDAHULUAN .....                                                                     | 1  |
| 1.1 Latar Belakang.....                                                                  | 1  |
| 1.2 Rumusan Masalah.....                                                                 | 4  |
| 1.3 Tujuan .....                                                                         | 5  |
| 1.4 Manfaat Kajian .....                                                                 | 5  |
| II. TINJAUAN PUSTAKA.....                                                                | 6  |
| 2.1 Landasan Teoritis.....                                                               | 6  |
| 2.2 Penelitian Terdahulu .....                                                           | 26 |
| 2.3 Kerangka Pikir.....                                                                  | 32 |
| 2.4 Hipotesis .....                                                                      | 33 |
| III. METODOLOGI PENELITIAN.....                                                          | 34 |
| 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....                                                    | 34 |
| 3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....                                                       | 34 |
| 3.3 Jenis dan Pendekatan Penelitian .....                                                | 36 |
| 3.4 Populasi dan Sampel.....                                                             | 37 |
| 3.5 Tahapan Kajian .....                                                                 | 38 |
| 3.6 Teknik Pengumpulan Data.....                                                         | 39 |
| 3.7 Analisis Data.....                                                                   | 39 |
| 3.8 Definisi Operasional Variabel Penelitian.....                                        | 45 |
| IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....                                                           | 47 |
| 4.1 Gambaran Umum .....                                                                  | 47 |
| 4.2 Karakteristik Operasi Aplikasi Herbisida Pratumbuh .....                             | 54 |
| 4.3 Perbandingan Kinerja Operasional <i>Drone Sprayer</i> dan Konvensional ..            | 58 |
| 4.4 Perbandingan Biaya Operasional Metode <i>Drone Sprayer</i> dan<br>Konvensional ..... | 63 |
| 4.5 Pembahasan Keseimbangan Kinerja dan Biaya Operasional .....                          | 69 |

|                                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| <b>V. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b> | <b>73</b> |
| 5.1 Kesimpulan .....                 | 73        |
| 5.2 Saran .....                      | 73        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>           | <b>75</b> |
| <b>LAMPIRAN.....</b>                 | <b>80</b> |

## DAFTAR TABEL

| Tabel | Judul                                                                          | Halaman |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1.    | Syarat Tumbuh Optimal Tanaman Tebu .....                                       | 7       |
| 2.    | Distribusi Luas Areal Perkebunan Tebu di Indonesia<br>Tahun 2024 .....         | 12      |
| 3.    | Komponen Utama <i>Knapsack Sprayer</i> Elektrik .....                          | 20      |
| 4.    | Komponen Utama <i>Drone Sprayer</i> .....                                      | 21      |
| 5.    | Hasil Penelitian Terdahulu .....                                               | 26      |
| 6.    | Kategori Nilai <i>Effect Size r</i> .....                                      | 43      |
| 7.    | Definisi Operasional Variabel Penelitian .....                                 | 46      |
| 8.    | Luas Areal <i>Plant Cane</i> (PC) Rayon A Sei Semayang .....                   | 51      |
| 9.    | Produksi Tebu Rayon A Sei Semayang .....                                       | 51      |
| 10.   | Total Cakupan Operasi Aplikasi Herbisida Pratumbuh<br>Rayon A .....            | 55      |
| 11.   | Statistik Interval HST dan Proporsi Ketepatan Waktu<br>Aplikasi .....          | 56      |
| 12.   | Spesifikasi Teknis <i>Drone Sprayer</i> dan <i>Knapsack Sprayer</i> ..         | 57      |
| 13.   | Kapasitas Kerja Aktual Metode <i>Drone Sprayer</i> dan<br>Konvensional .....   | 59      |
| 14.   | Kebutuhan Tenaga Kerja Metode <i>Drone Sprayer</i> dan<br>Konvensional .....   | 60      |
| 15.   | Hasil Uji Mann-Whitney U dan <i>Effect Size r</i> Kinerja<br>Operasional ..... | 62      |
| 16.   | Komponen Biaya Operasional Aplikasi Herbisida<br>Pratumbuh .....               | 64      |
| 17.   | Analisis Sensitivitas Biaya Operasional .....                                  | 67      |
| 18.   | Ringkasan Perbandingan Kinerja dan Biaya Operasional ..                        | 70      |

## DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Judul                                                                                   | Halaman |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1.     | Tanaman Tebu.....                                                                       | 6       |
| 2.     | Akar Tebu .....                                                                         | 8       |
| 3.     | Batang Tebu.....                                                                        | 8       |
| 4.     | Daun Tebu.....                                                                          | 9       |
| 5.     | Bunga Tebu.....                                                                         | 10      |
| 6.     | <i>Knapsack Sprayer</i> .....                                                           | 19      |
| 7.     | <i>Drone Sprayer</i> .....                                                              | 20      |
| 8.     | Buruh Harian Lepas (BHL).....                                                           | 23      |
| 9.     | Kerangka Pikir.....                                                                     | 32      |
| 10.    | Logo PT Sinergi Gula Nusantara.....                                                     | 47      |
| 11.    | Peta Kebun Sei Semayang Rayon A.....                                                    | 49      |
| 12.    | Struktur Organisasi PT SGN MKSO Kebun Sei Semayang Rayon A .....                        | 50      |
| 13.    | Tren Produktivitas Tebu Rayon A Sei Semayang MT 2021/2022 – MT 2025/2026 (ton/ha) ..... | 51      |
| 14.    | Distribusi Interval HST Aplikasi Herbisida Pratumbuh Per Blok.....                      | 56      |
| 15.    | Dekomposisi Komposisi Biaya Operasional per ha .....                                    | 66      |

## DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran | Judul                                                                                                         | Halaman |
|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| 1.       | Data Operasional Aplikasi Herbisida Pratumbuh per Hari Operasi Rayon A MT 2025/2026 .....                     | 80      |
| 2.       | Data Operasional Aplikasi Herbisida Pratumbuh per Blok Rayon A MT 2025/2026 .....                             | 82      |
| 3.       | Data Monitoring Realisasi Penanaman TG Rayon SSM A MKSO Sei Semayang Musim Tanam 2025/2026.....               | 84      |
| 4.       | Laporan Harian Realisasi Pekerjaan Kebun Herbisida Pratumbuh Rayon A MT 2025/2026 .....                       | 85      |
| 5.       | Data Manajemen Biaya Kebun (MBK), Perhitungan BEP, dan Pusut Rayon SSM A MT 2025/2026 .....                   | 90      |
| 6.       | Kontrak Pengadaan Jasa Vendor <i>Drone Sprayer</i> Herbisida Kebun Sei Semayang MT 2025/2026.....             | 93      |
| 7.       | Hasil Uji Normalitas dan Mann-Whitney U Kapasitas Kerja Aktual (ha/hari) Drone sprayer dan Konvensional ..... | 94      |
| 8.       | Hasil Uji Normalitas dan Mann-Whitney U Tenaga Kerja (HOK/ha) Drone sprayer dan Konvensional.....             | 96      |
| 9.       | Foto Dokumentasi Kegiatan.....                                                                                | 98      |

# I. PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Tebu (*Saccharum officinarum* L.) merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memiliki peran penting dalam penyediaan bahan baku gula nasional. Kebutuhan gula dalam negeri terus menjadi perhatian karena gula tidak hanya berkaitan dengan konsumsi rumah tangga, tetapi juga dengan keberlanjutan industri pangan dan ketahanan pangan nasional. Luas areal perkebunan tebu Indonesia pada tahun 2024 mencapai 520,82 ribu ha, meningkat 6,43% dibandingkan tahun sebelumnya sebesar 489,34 ribu ha. Namun, peningkatan luas areal tersebut belum sepenuhnya mampu menjawab kebutuhan gula nasional. Produksi gula Indonesia pada tahun 2024 masih berada pada angka 2,47 juta ton, sedangkan volume impor gula masih mencapai 5,31 juta ton (Badan Pusat Statistik, 2025). Kondisi ini menunjukkan bahwa peningkatan produksi gula tidak cukup hanya bergantung pada perluasan areal, tetapi juga membutuhkan pengelolaan budidaya yang lebih efisien di tingkat kebun.

Dalam budidaya tebu, salah satu pekerjaan pemeliharaan yang menentukan keberhasilan pertumbuhan tanaman adalah pengendalian gulma. Gulma sering terlihat sebagai masalah biasa di lapangan, tetapi keberadaannya dapat memberi tekanan besar terhadap tanaman tebu, terutama pada fase awal pertumbuhan. Pada fase tersebut, tanaman tebu masih membentuk perakaran, tunas, dan populasi batang, sehingga persaingan dengan gulma dapat menghambat pertumbuhan tanaman. Gulma dapat bersaing dengan tanaman tebu dalam memperoleh air, unsur hara, cahaya matahari, dan ruang tumbuh. Keberadaan gulma pada tanaman tebu dapat menurunkan jumlah anakan, tinggi tanaman, diameter batang, bobot batang, jumlah batang giling, hasil tebu, dan hasil gula (Tadele *et al.*, 2022). Oleh karena itu, pengendalian gulma pada awal pertumbuhan menjadi bagian penting dalam upaya menjaga potensi produksi tebu.

Pada tanaman tebu *Plant Cane*, pengendalian gulma perlu dilakukan sejak awal karena fase ini merupakan tanaman pertama yang baru dibangun dari awal penanaman. Berbeda dengan tanaman ratoon yang tumbuh kembali dari tunggul, *Plant Cane* membutuhkan pengelolaan yang lebih intensif agar pertumbuhan awal

dapat berlangsung optimal. Salah satu cara yang digunakan untuk menekan pertumbuhan gulma pada fase awal adalah aplikasi herbisida pratumbuh. Herbisida pratumbuh bekerja untuk menekan gulma sebelum atau pada awal kemunculannya, sehingga gulma tidak lebih dulu mendominasi areal pertanaman. Aplikasi herbisida pratumbuh pada tebu dapat menurunkan kepadatan dan biomassa gulma pada fase awal pertumbuhan tanaman (Pringgani *et al.*, 2025). Penggunaan herbisida pada tanaman tebu juga berkaitan dengan peningkatan indeks pengendalian gulma, hasil tebu, keuntungan bersih, dan rasio manfaat-biaya (Madhu *et al.*, 2021).

Meskipun demikian, keberhasilan aplikasi herbisida pratumbuh tidak hanya ditentukan oleh jenis bahan aktif yang digunakan. Waktu aplikasi, kondisi tanah, fase pertumbuhan gulma, dan metode penyemprotan juga berpengaruh terhadap keberhasilan pekerjaan di lapangan. Herbisida pratumbuh memiliki tuntutan waktu aplikasi yang relatif sempit karena harus diaplikasikan sebelum gulma tumbuh dan berkompetisi dengan tanaman utama yaitu pada jendela waktu 1-7 hari setelah tanam. Apabila pekerjaan terlambat diselesaikan, gulma dapat tumbuh lebih dahulu, sehingga tujuan pengendalian pada fase awal tidak tercapai secara optimal. Oleh sebab itu, metode aplikasi yang digunakan perlu mendukung penyelesaian pekerjaan secara tepat waktu, terutama pada areal tebu yang luas.

Metode konvensional menggunakan *knapsack sprayer* masih banyak digunakan dalam aplikasi herbisida karena alatnya sederhana, mudah dioperasikan, dan sudah dikenal oleh pekerja kebun. Pada metode ini, penyemprotan dilakukan oleh Buruh Harian Lepas (BHL), sehingga penyelesaian pekerjaan sangat bergantung pada jumlah BHL, kemampuan kerja, kondisi fisik pekerja, serta luas areal yang harus disemprot. Dalam kondisi areal yang luas dan waktu aplikasi yang terbatas, ketergantungan terhadap BHL dapat menjadi kendala operasional. Pekerjaan penyemprotan berpotensi membutuhkan waktu lebih lama apabila jumlah BHL terbatas atau kapasitas kerja harian tidak mampu mengikuti kebutuhan penyelesaian aplikasi di lapangan.

Perkembangan mekanisasi pertanian mendorong penggunaan *drone sprayer* sebagai salah satu alternatif metode aplikasi herbisida. *Drone sprayer* memiliki sistem navigasi, pengaturan jalur terbang, dan volume semprot yang lebih terukur, sehingga berpotensi mendukung penyemprotan pada areal yang luas dengan waktu

kerja yang lebih singkat. Kinerja penyemprotan menggunakan drone dipengaruhi oleh beberapa parameter, seperti ketinggian terbang, kecepatan terbang, jenis nozzle, volume semprot, ukuran droplet, dan kondisi lingkungan (García-Munguía *et al.*, 2024). Pada komoditas lain, aplikasi herbisida menggunakan UAV pada volume semprot tertentu dapat menghasilkan pengendalian gulma yang sebanding dengan knapsack manual sprayer, dengan kebutuhan volume semprot yang lebih rendah (Paul *et al.*, 2024). Hal ini menunjukkan bahwa drone memiliki potensi sebagai teknologi aplikasi, meskipun penggunaannya tetap perlu disesuaikan dengan kondisi lapangan dan kebutuhan operasional kebun.

PT Sinergi Gula Nusantara MKSO Kebun Sei Semayang merupakan salah satu unit perkebunan tebu yang menerapkan aplikasi herbisida pratumbuh pada tanaman tebu *Plant Cane*. Dalam pelaksanaannya, metode aplikasi yang digunakan meliputi penyemprotan konvensional menggunakan *knapsack sprayer* oleh BHL dan aplikasi menggunakan *drone sprayer* yang pertama kali digunakan pada bulan Mei 2025. Kedua metode tersebut memiliki karakteristik yang berbeda. Metode konvensional bergantung pada BHL sebagai pelaksana penyemprotan, sedangkan *drone sprayer* tidak menggunakan BHL penyemprotan dan lebih bergantung pada teknologi, operator, serta sistem kerja alat. Perbedaan karakteristik ini menimbulkan pertanyaan penting bagi manajemen kebun, yaitu metode mana yang lebih sesuai digunakan apabila dilihat dari kinerja operasional dan biaya yang dikeluarkan.

Penggunaan drone tidak dapat dinilai hanya dari kemampuannya menyelesaikan pekerjaan dengan cepat. Teknologi dengan kapasitas kerja tinggi belum tentu menjadi pilihan paling sesuai apabila biaya operasionalnya tidak seimbang dengan manfaat yang diperoleh. Sebaliknya, metode konvensional yang lebih sederhana juga belum tentu lebih efisien apabila membutuhkan BHL lebih banyak dan waktu penyelesaian lebih lama. Oleh karena itu, pemilihan metode aplikasi herbisida pratumbuh perlu dilihat sebagai persoalan keseimbangan antara kinerja operasional dan biaya operasional.

Kajian mengenai perbandingan kinerja dan biaya operasional aplikasi herbisida pratumbuh antara metode drone dan konvensional pada perkebunan tebu masih terbatas, terutama yang menggunakan data operasional aktual di lapangan.

Perbandingan berdasarkan data aktual penting dilakukan karena keputusan penggunaan teknologi di kebun tidak hanya membutuhkan dasar teoritis, tetapi juga bukti dari pelaksanaan kerja nyata. Perbandingan tersebut perlu mencakup kapasitas kerja aktual, kebutuhan BHL per hektare, serta biaya operasional yang meliputi biaya garap, biaya bahan herbisida, bunga modal kerja, dan pajak pertambahan nilai.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan dengan judul **“Perbandingan Kinerja dan Biaya Operasional Aplikasi Herbisida Pratumbuh Metode Drone dan Konvensional pada Tebu (*Saccharum officinarum* L.) *Plant Cane* di PT Sinergi Gula Nusantara MKSO Kebun Sei Semayang”**. Penelitian ini dibatasi pada perbandingan kinerja dan biaya operasional aplikasi, sehingga tidak dimaksudkan untuk menguji efektivitas biologis herbisida terhadap penurunan populasi atau biomassa gulma. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran empiris mengenai perbandingan kedua metode aplikasi berdasarkan aspek kinerja dan biaya operasional, sehingga dapat menjadi bahan pertimbangan bagi perusahaan dalam menentukan metode aplikasi herbisida pratumbuh yang sesuai dengan kondisi operasional kebun.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perbandingan kinerja operasional aplikasi herbisida pratumbuh antara metode *drone sprayer* dan metode konvensional pada tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) *Plant Cane* di PT Sinergi Gula Nusantara MKSO Kebun Sei Semayang, ditinjau dari kapasitas kerja aktual (ha/hari) dan kebutuhan tenaga kerja per hektare (HOK/ha)?
2. Bagaimana perbandingan biaya operasional aplikasi herbisida pratumbuh antara metode *drone sprayer* dan metode konvensional pada tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) *Plant Cane* di PT Sinergi Gula Nusantara MKSO Kebun Sei Semayang, ditinjau dari biaya garap, biaya bahan herbisida, bunga modal kerja, dan pajak pertambahan nilai dalam satuan biaya per hektare (Rp/ha)?

### 1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan, tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Membandingkan kinerja operasional aplikasi herbisida pratumbuh antara metode *drone sprayer* dan metode konvensional pada tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) *Plant Cane* di PT Sinergi Gula Nusantara MKSO Kebun Sei Semayang, ditinjau dari kapasitas kerja aktual (ha/hari) dan kebutuhan tenaga kerja per hektare (HOK/ha).
2. Membandingkan biaya operasional aplikasi herbisida pratumbuh antara metode *drone sprayer* dan metode konvensional pada tanaman tebu (*Saccharum officinarum* L.) *Plant Cane* di PT Sinergi Gula Nusantara MKSO Kebun Sei Semayang, ditinjau dari biaya garap, biaya bahan herbisida, bunga modal kerja, dan pajak pertambahan nilai dalam satuan biaya per hektare (Rp/ha).

### 1.4 Manfaat Kajian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi Perusahaan (PT Sinergi Gula Nusantara MKSO Kebun Sei Semayang), sebagai bahan pertimbangan dalam menentukan penggunaan metode *drone sprayer*, metode konvensional, atau kombinasi kedua metode berdasarkan kapasitas kerja, kebutuhan tenaga kerja, dan biaya operasional. Hasil penelitian juga diharapkan dapat menjadi informasi pendukung apabila perusahaan mempertimbangkan penggunaan kembali *drone sprayer* pada kegiatan aplikasi herbisida pratumbuh
2. Bagi Akademisi, sebagai referensi mengenai perbandingan kinerja dan biaya operasional aplikasi herbisida pratumbuh menggunakan metode *drone sprayer* dan metode konvensional pada perkebunan tebu, serta sebagai bahan pendukung bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan mekanisasi dan manajemen operasional perkebunan.
3. Bagi Penulis, sebagai syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Terapan Pertanian (S.Tr.P.) di Politeknik Pembangunan Pertanian Medan dan sebagai sarana penerapan ilmu dalam bidang budidaya tanaman perkebunan, manajemen operasional kebun, dan analisis biaya.