

UJI PENERIMAAN PENGGUNAAN EKSOSKELETON DAN PENGARUHNYA TERHADAP PRODUKTIVITAS KERJA PADA PEMANEN KELAPA SAWIT DI BOGOR

MAWAN DWI SAPUTRA



**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Uji Penerimaan Penggunaan Eksoskeleton dan Pengaruhnya terhadap Produktivitas Kerja pada Pemanen Kelapa Sawit di Bogor” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2026

Mawan Dwi Saputra
F1401221049

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



ABSTRAK

MAWAN DWI SAPUTRA. Uji Penerimaan Penggunaan Eksoskeleton dan Pengaruhnya terhadap Produktivitas Kerja pada Pemanen Kelapa Sawit di Bogor. Dibimbing oleh M. FAIZ SYUAIB.

Kegiatan panen kelapa sawit di Indonesia masih didominasi oleh proses manual yang intensif dan memiliki risiko *musculoskeletal disorders* (MSDs). Menanggapi permasalahan tersebut, tim peneliti Institut Pertanian Bogor (IPB) dan Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) mengembangkan *upper limb exoskeleton* (ULE) sebagai alat bantu kerja panen kelapa sawit. Namun, kajian mengenai penerimaan pemanen terhadap ULE dalam konteks panen kelapa sawit masih terbatas, padahal penerimaan pengguna merupakan salah satu aspek penting dalam penerapan teknologi. Penelitian ini bertujuan mengetahui tingkat penerimaan pemanen kelapa sawit terhadap ULE, mengetahui tingkat produktivitas kerja dengan penggunaan ULE, serta memberikan rekomendasi perbaikan desain ULE berdasarkan hasil pengujian. Pengumpulan data penerimaan dilakukan menggunakan kuesioner integrasi SUS, USE, dan COEH, kuesioner Schwerha, serta USEQ. Produktivitas kerja dievaluasi melalui *time study* dengan membandingkan durasi aktivitas *cutting* pada kondisi tanpa dan dengan menggunakan ULE. Selain itu, pengamatan NBM dilakukan pada tiga pemanen terpilih selama 30 hari penggunaan ULE untuk melihat perubahan keluhan MSDs. Rekomendasi perbaikan desain disusun berdasarkan hasil kuesioner dan wawancara terbuka dengan pemanen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat penerimaan pemanen terhadap ULE secara umum tergolong baik. Sebanyak 85% responden berada pada kategori *acceptable* dan *marginal high* berdasarkan kuesioner integrasi SUS, USE, dan COEH, 70% berdasarkan kuesioner Schwerha, dan 85% berdasarkan USEQ. Hasil *time study* menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada durasi aktivitas *cutting* antara kondisi tanpa dan dengan menggunakan ULE. Namun, penggunaan ULE selama 30 hari pada tiga pemanen terpilih pada penelitian ini menunjukkan penurunan keluhan MSDs dan kelelahan kerja, yang secara teoritis berpotensi mendukung efisiensi pemanfaatan waktu dan produktivitas dalam penggunaan jangka panjang. Rekomendasi perbaikan desain ULE diarahkan pada peningkatan kesesuaian antropometri, khususnya pengikat paha dan *harness*, optimasi karakteristik material.

Kata kunci: eksoskeleton pasif, ergonomi, pemanen kelapa sawit, penerimaan pengguna, produktivitas kerja



ABSTRACT

MAWAN DWI SAPUTRA. Acceptability Test of Exoskeleton Use and Its Effect on Work Productivity for Bogor Oil Palm Harvesters. Supervised by M. FAIZ SYUAIB.

Oil palm harvesting in Indonesia is still predominantly carried out through intensive manual processes and poses a risk of musculoskeletal disorders (MSDs). In response to this issue, a research team from IPB University and the National Research and Innovation Agency (BRIN) developed an upper limb exoskeleton (ULE) as a work-assistive device for oil palm harvesting. However, studies on harvesters' acceptance of ULE in the context of oil palm harvesting remain limited, despite user acceptance being an important factor in technology implementation. This study aimed to determine oil palm harvesters' acceptance of ULE, assess work productivity with ULE use, and provide recommendations for ULE design improvements based on the test results. Acceptance data were collected using an integrated SUS, USE, and COEH questionnaire, the Schwerha questionnaire, and USEQ. Work productivity was evaluated through a time study by comparing the duration of the cutting activity under conditions with and without ULE. In addition, NBM assessments were conducted on three selected harvesters over 30 days of ULE use to observe changes in MSD complaints. Design improvement recommendations were developed based on questionnaire results and open-ended interviews with harvesters. The results showed that overall acceptance of ULE among harvesters was good. Based on the integrated SUS, USE, and COEH questionnaire, 85% of respondents were classified as acceptable and marginal high, compared with 70% based on the Schwerha questionnaire and 85% based on USEQ. The time study results showed no significant difference in cutting duration between conditions with and without ULE. However, in this study, 30 days of ULE use among the three selected harvesters showed reductions in MSD complaints and work-related fatigue, which theoretically may support more efficient use of working time and productivity over long-term use. Recommendations for ULE design improvement were directed toward enhancing anthropometric fit, particularly the thigh straps and harness, as well as optimizing material characteristics.

Keywords: ergonomics, oil palm harvesters, passive exoskeleton, user acceptance, work productivity



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

UJI PENERIMAAN PENGGUNAAN EKSOSKELETON DAN PENGARUHNYA TERHADAP PRODUKTIVITAS KERJA PADA PEMANEN KELAPA SAWIT DI BOGOR

MAWAN DWI SAPUTRA

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem

**PROGRAM STUDI TEKNIK PERTANIAN DAN BIOSISTEM
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Dr. Lenny Saulia, S.TP., M.Si.
2. Dr. Nugrahaning Sani Dewi



Judul Skripsi : Uji Penerimaan Penggunaan Eksoskeleton dan Pengaruhnya terhadap Produktivitas Kerja pada Pemanen Kelapa Sawit di Bogor

Nama : Mawan Dwi Saputra

NIM : F1401221049

Disetujui oleh

Pembimbing:

Prof. Dr. Ir. M. Faiz Syuaib, M.Agr.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem:

Prof. Dr. Ir. Edy Hartulistiyoso M.Sc.Agr.

NIP. 196304251989031001

Tanggal Ujian:

Kamis, 13 Agustus 2026

Tanggal Lulus:



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga skripsi ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Mei 2026 sampai bulan Juni 2026 ini ialah ergonomi dan teknologi kerja pertanian, dengan judul “Uji Penerimaan Penggunaan Eksoskeleton dan Pengaruhnya terhadap Produktivitas Kerja pada Pemanen Kelapa Sawit di Bogor”.

Pada kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. M. Faiz Syuaib, M.Agr. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, masukan, motivasi, serta dukungan selama pelaksanaan penelitian hingga penyusunan skripsi ini.
2. Dr. Lenny Saulia, S. TP., M. Si. dan Dr. Nugrahaning Sani Dewi selaku dosen penguji, yang telah memberikan kritik, saran, dan masukan yang membangun demi penyempurnaan skripsi ini.
3. Dr. Ir. I Dewa Made Subrata, M.Agr. selaku dosen moderator sidang, yang telah memandu jalannya sidang skripsi dengan baik.
4. Bapak/Ibu peneliti BRIN yang telah memberikan dukungan fasilitas penelitian, penggunaan alat, serta bimbingan dan masukan selama pelaksanaan penelitian.
5. Pimpinan dan staf PTPN IV Regional I Afdeling 2, atas izin dan dukungan yang diberikan, serta para pemanen yang telah bersedia menjadi subjek penelitian dan meluangkan waktu selama proses pengambilan data di lapangan.
6. Yusuf, Abi, Shayna, Dana, dan Riza, yang selalu kebersamai serta mendukung dalam hal tenaga dan pikirannya selama proses penelitian.
7. Bapak, Ibu, Kakak, dan Adik tercinta, atas segala doa, kasih sayang, motivasi, dukungan, serta pengorbanan yang tiada henti kepada penulis selama menempuh pendidikan hingga penyusunan skripsi ini.
8. Keluarga Besar Indonesian Green Action Forum (IGAF) LC IPB, yang telah menjadi tempat penulis belajar, bertumbuh, dan berproses dalam mengembangkan kepedulian terhadap isu lingkungan, kepemimpinan, serta kerja sama selama masa perkuliahan.
9. Keluarga Besar Senior Resident Asrama PKU IPB, yang telah menjadi tempat penulis mengabdikan, belajar memimpin, serta memperoleh pengalaman berharga dalam melayani dan kebersamai mahasiswa selama akhir masa perkuliahan.
10. Keluarga Besar Teknik Mesin dan Biosistem IPB, khususnya Angkatan Vermillion 59, atas kebersamaan, persahabatan, semangat, serta berbagai pengalaman yang telah dilalui bersama selama menempuh pendidikan di IPB.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pihak yang membutuhkan serta berkontribusi pada kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2026

Mawan Dwi Saputra



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Kegiatan Panen Kelapa Sawit	3
2.2 <i>Musculoskeletal Disorder</i> (MSDs)	3
2.3 Eksoskeleton	4
2.4 Penerimaan Pengguna	6
2.5 Instrumen Evaluasi Penerimaan ULE	6
2.6 Produktivitas Kerja	9
2.7 Kerangka Pemikiran	10
III METODE	11
3.1 Waktu dan Tempat	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Subjek Penelitian	11
3.4 Prosedur Kerja	12
3.5 Instrumen Penelitian	13
3.6 Analisis Data	15
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Karakteristik Responden dan Kondisi Awal MSDs	20
4.2 Tingkat Penerimaan Penggunaan ULE	23
4.3 Pengaruh Penggunaan ULE terhadap Produktivitas Kerja	30
4.4 Rekomendasi Pengembangan Desain ULE	36
V SIMPULAN DAN SARAN	44
5.1 Simpulan	44
5.2 Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN	48
RIWAYAT HIDUP	74



DAFTAR TABEL

1	Elemen-elemen kerja pemanenan sawit	3
2	Karakteristik Pengukuran Instrumen Evaluasi Penerimaan	8
3	Alat dan bahan penelitian	11
4	Klasifikasi tingkat risiko berdasarkan total skor individu	15
5	Makna kategori <i>acceptability ranges</i>	17
6	Karakteristik responden	20
7	Pengujian validitas integrasi SUS, USE, dan COEH	23
8	Hasil perhitungan skor integrasi SUS, USE, dan COEH	24
9	Pengujian validitas kuesioner Schwerha	25
10	Hasil perhitungan skor Schwerha	26
11	Hasil pengujian validitas USEQ	28
12	Hasil perhitungan skor USEQ	28
13	Karakteristik data <i>time study</i>	32
14	Hasil uji <i>Shapiro-Wilk</i>	33
15	Penurunan skor NBM dan Risiko MSDs	34
16	Hubungan pernyataan berkorelasi rendah dengan hasil wawancara terbuka	40
17	Identifikasi permasalahan desain ULE	42

DAFTAR GAMBAR

1	Desain struktural ULE Prototipe 1 (Syuaib <i>et al.</i> 2025)	4
2	Bentuk fisik dan penggunaan perangkat ULE oleh pemanen kelapa sawit. (A) tampak depan; (B) tampak samping; (C) tampak belakang.	5
3	Kerangka pemikiran	10
4	Prosedur kerja	12
5	Kategori <i>acceptability ranges</i> (Bangor <i>et al.</i> 2009)	17
6	Enam fase dalam analisis tematik (Braun dan Clarke 2006)	19
7	Distribusi tingkat risiko MSDs	21
8	Bagian tubuh dengan tingkat keluhan tertinggi	21
9	Persebaran tingkat penerimaan (kuesioner integrasi SUS, USE, COEH)	24
10	Persebaran tingkat penerimaan (kuesioner Schwerha)	27
11	Persebaran tingkat penerimaan (kuesioner USEQ)	29
12	Histogram distribusi data <i>time study</i> . (A) <i>cutting</i> tanpa ULE; (B) <i>cutting</i> dengan ULE.	31
13	<i>Boxplot</i> distribusi data <i>time study</i>	32
14	Enam bagian tubuh dengan penurunan risiko MSDs tertinggi	35
15	Analisis tematik komentar positif	37
16	Analisis tematik komentar negatif	38
17	Analisis tematik saran perbaikan	39

DAFTAR LAMPIRAN

1	Kuesioner <i>Nordic Body Map</i>	49
2	Pemetaan setiap butir pernyataan SUS, USE, COEH	50
3	Kuesioner integrasi SUS, USE, COEH	51
4	Kuesioner Schwerha	52
5	Kuesioner USEQ	53
6	Lembar observasi <i>time study</i>	54
7	Lembar wawancara terbuka	55
8	Rekapitulasi skor NBM	56
9	Rekapitulasi distribusi keluhan MSDs	57
10	Rekapitulasi skor kuesioner integrasi SUS, USE, dan COEH	58
11	Rekapitulasi skor kuesioner Schwerha	59
12	Rekapitulasi skor kuesioner USEQ	60
13	Rekapitulasi lengkap hasil pengukuran <i>time study</i>	61
14	Hasil uji <i>Wilcoxon Signed Ranks Test</i>	70
15	Hasil wawancara terbuka	71

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.