

RENCANA PENELITIAN TIM PENELITI (RPTP)

**PERAKITAN PAKET TEKNOLOGI BUDIDAYA
JAGUNG TOLERAN KEKERINGAN DAN NAUNGAN**



NAMA PENELITI UTAMA : Jaka Sumarno,STP, MSi

**BALAI PENGKAJIAN TEKNOLOGI PERTANIAN GORONTALO
BALAI BESAR PENGKAJIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI PERTANIAN
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN
KEMENTERIAN PERTANIAN
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

1. Judul RPTP : Perakitan Paket Teknologi Budidaya Jagung Toleran Kekeringan dan Naungan
2. Unit Kerja : Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Gorontalo
3. Alamat Unit Kerja : Jl. Muh. Van Gobel No. 270 Kec. Tilong Kabila Kab. Bone Bolango Prov. Gorontalo
4. Sumber Dana : DIPA BPTP Gorontalo TA. 2021
5. Status Kegiatan (L/B) : Lama
6. Penanggung Jawab
 - a. Nama : Jaka Sumarno, STP, M.Si
 - b. Pangkat/Golongan : Penata Tk I/III d
 - c. Jabatan : Peneliti Muda
7. Lokasi : Provinsi Gorontalo
8. Agroekosistem : Lahan Kering
9. Tahun Mulai : 2019
10. Tahun Selesai : 2023
11. Output Tahun 2021
 1. Varietas unggul jagung yang adaptif terhadap cekaman kekeringan dan naungan.
 2. Rekomendasi paket teknologi budidaya jagung toleran kekeringan (BUJAKA) dan toleran naungan (BUJANA)
 3. Data dan informasi kelayakan teknis dan financial usahatani jagung teknologi BUJAKA dan BUJANA
12. Biaya : Rp 18.000.000 (Delapan belas juta rupiah)

Koordinator Program,

Penanggung Jawab RPTP,

Dr. Andi Yulyani F, SPt, MSi
NIP. 19700703 200212 2 001

Jaka Sumarno, STP, M.Si
NIP. 19811104 200501 1 001

Mengetahui,
Kepala Balai Besar Pengkajian
dan Pengembangan Teknologi Pertanian

Kepala Balai

Dr. Ir. Muhammad Taufiq Ratule, MSi
NIP. 19680918 199303 1 002

Dr. Amin Nur, SP, MSi
NIP. 19760817 2001 12 1 001

RINGKASAN

Jagung merupakan salah satu komoditas tanaman pangan strategis di Indonesia. Pemerintah melalui Kementerian Pertanian terus melakukan upaya khusus (UPSUS) peningkatan produksi jagung nasional. Salah satu upaya peningkatan produksi jagung yaitu melalui ekstensifikasi dengan memanfaatkan lahan-lahan marginal seperti disela/dibawah tegakan tanaman tahunan/perkebunan, daerah pada curah hujan rendah, daerah dengan potensi rendaman, dan salinitas tinggi. Kendala utama budidaya jagung pada lahan-lahan tersebut adalah rendahnya intensitas cahaya karena faktor naungan, ancaman kekeringan, adanya rendaman air dan tingkat salinitas tinggi sehingga berpengaruh pada rendahnya produksi dan produktivitas jagung. Pengkajian ini bertujuan untuk : 1) mendapatkan paket teknologi budidaya jagung toleran kekeringan dan toleran naungan; dan 2) mengetahui kelayakan teknis dan financial usahatani jagung toleran kekeringan dan naungan. Pengkajian akan dilakukan dengan pendekatan *on farm research* pada lahan petani kooperator di Provinsi Gorontalo. Metode pengkajian dilakukan dengan membandingkan introduksi paket teknologi budidaya jagung (sebagai perlakuan) dengan teknologi eksisting yang biasa dilakukan oleh petani. Luas total lahan yang digunakan \pm 1 ha. Diharapkan paket teknologi yang dihasilkan adaptif dan berkontribusi terhadap peningkatan produksi dan produktivitas jagung pada lahan-lahan sela tanaman perkebunan dan pada daerah dengan curah hujan rendah.

Kata Kunci : teknologi jagung, toleran kekeringan, naungan

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Jagung merupakan salah satu komoditas tanaman pangan utama di Indonesia. Pemerintah Indonesia terus melakukan upaya khusus peningkatan produksi jagung nasional yaitu melalui program intensifikasi dan ekstensifikasi. Program intensifikasi dilakukan dengan perbaikan teknologi dan manajemen budidaya, sedangkan program ekstensifikasi dilakukan dengan memanfaatkan lahan-lahan potensial disela tanaman perkebunan dan kehutanan, perluasan areal tanam pada lahan suboptimal dengan cekaman abiotik seperti cekaman kekeringan, adanya potensi rendaman dan daerah pesisir pantai dengan tingkat salinitas tinggi.

Pemanfaatan lahan-lahan dibawah tegakan tanaman perkebunan atau kehutanan untuk tanaman jagung menghadapi kendala utama yaitu adanya potensi cekaman kekeringan dan adanya naungan yang menyebabkan intensitas cahaya yang diterima tanaman jagung menjadi rendah. Kurangnya air dan intensitas cahaya yang rendah sangat berpengaruh terhadap rendahnya produksi jagung. Efendi *et al.* (2017) menyatakan bahwa ketersediaan air yang menurun disertai musim kemarau panjang akibat perubahan iklim berdampak terhadap penurunan produksi jagung pada lahan kering dan tadah hujan. Penurunan produksi jagung akibat kekeringan di daerah tropis berkisar antara 50-80% (Monneveux *et al.* 2006, Iriany *et al.* 2007, Efendi dan Azrai 2010, Kebede *et al.* 2013, Suwardi dan Azrai 2013, Adebayo and Menkir 2014). Intensitas cahaya yang rendah berpengaruh terhadap penurunan produktivitas jagung. Hal ini karena cahaya merupakan faktor lingkungan penting yaitu sebagai sumber energi fotosintesis dan mempengaruhi fisiologi, morfologi, dan reproduksi tanaman (Janska *et al.* 2009; Li *et al.* 2010; Kosma *et al.* 2013; Akari *et al.* 2014; Mauro *et al.* 2014; Wang *et al.* 2014). Intensitas cahaya yang rendah yang diterima tanaman jagung menyebabkan terganggunya proses fotosintesis, yang berfungsi untuk pertumbuhan tanaman jagung. Menurut Syafruddin *et al.* (2014), bahwa tanaman jagung yang ditumbuhkan dalam ruang gelap mengalami penurunan klorofil, karbohidrat, dan lemak, tetapi kandungan N cenderung meningkat.

Selain masalah ketersediaan air dan intensitas cahaya yang rendah, masalah lain yang dijumpai pada lahan kering dibawah tegakan tanaman tahunan adalah hara N tanah yang rendah. Hampir 70% areal pertanaman jagung di Indonesia terdapat

pada lahan tersebut (Sutoro 2012). Kandungan hara N tanah rendah juga menjadi faktor pembatas upaya peningkatan produksi jagung. Menurut Syafruddin et al. (2013), sebagian besar lahan pengembangan jagung di Indonesia memiliki kandungan hara N rendah. Kondisi tersebut mengharuskan petani memupuk tanaman jagung dengan N anorganik dan organik. Varietas unggul jagung hibrida umumnya sangat responsif terhadap pemupukan N karena diseleksi pada kondisi lingkungan N optimal. Hasil penelitian Efendi et al. (2012) dan Syafruddin (2015) menunjukkan untuk memperoleh hasil jagung hibrida 11-14 t/ha maka hara N yang diberikan pada tanaman jagung hibrida berkisar 180-250 kg N/ha. Namun petani seringkali memberikan pupuk N dalam jumlah yang kurang, sehingga hasil jagung hibrida menjadi rendah. Hal tersebut disebabkan oleh kurangnya modal untuk membeli pupuk N atau pupuk urea (N) bersubsidi pada musim tanam (musim hujan) langka karena tingginya permintaan. Salah satu cara menekan penurunan hasil jagung akibat cekaman kekeringan dan dosis pupuk N rendah adalah menanam varietas toleran kekeringan dan adaptif pemupukan N rendah (Bänziger et al. 2006; Nyombayire et al. 2011; Syafruddin et al. 2013; Sayadi et al. 2016; Masuka et al. 2017). Varietas unggul jagung hibrida toleran kekeringan dan N rendah dapat diperoleh melalui program pemuliaan tanaman (Harrison et al. 2014).

Budidaya jagung pada lahan-lahan suboptimal lainnya seperti pada lahan dengan potensi rendaman air dan pada daerah pesisir pantai dengan tingkat salinitas tinggi berdampak pada rendahnya produksi dan produktivitas yang dihasilkan. Tanaman jagung yang terendam air dan pada daerah dengan kadar garam tinggi akan menghadapi pertumbuhan tanaman yang terhambat dan tingginya tingkat serangan hama penyakit. Upaya untuk mengatasi permasalahan utama budidaya jagung pada lahan dengan cekaman abiotik seperti cekaman naungan, cekaman kekeringan, rendaman air dan tingkat salinitas tinggi dapat melalui rekayasa teknik budidaya dan perakitan paket teknologi spesifik lokasi dengan berbasis pengetahuan karakteristik tanaman jagung pada kondisi lingkungan tumbuh tersebut. Menurut Sopandie dan Trikoesoemaningtyas (2011) bahwa peningkatan produksi di lahan marjinal, dapat dicapai melalui perbaikan: (1) potensi hasil, (2) tingkat adaptasi tanaman terhadap cekaman abiotik dan biotik, serta (3) teknik budidaya berbasis pengetahuan fisiologi atau ekofisiologi tanaman.

Sampai saat ini belum ada rekomendasi paket teknologi budidaya jagung toleran cekaman naungan, cekaman kekeringan, cekaman rendaman dan cekaman salinitas tinggi di Indonesia. Beberapa komponen teknologi jagung telah dihasilkan oleh Badan Litbang Pertanian Indonesia untuk mengatasi permasalahan kondisi lingkungan tumbuh tersebut diantaranya yaitu telah dihasilkan varietas jagung hibrida toleran cekaman naungan, beberapa varietas toleran kekeringan, varietas toleran rendaman, dan galur/calon varietas toleran salinitas tinggi. Namun komponen budidaya pendukung lainnya masih perlu dilakukan kajian adaptasi dan perakitan teknologi.

1.2. Dasar Pertimbangan

Gorontalo merupakan daerah penghasil utama Jagung di Indonesia dan menjadikan komoditas jagung menjadi icon Provinsi Gorontalo. Permasalahan utama dalam upaya pemanfaatan lahan-lahan sela tanaman perkebunan, pada daerah dengan curah hujan renah, daerah dengan genangan air dan daerah pasang surut/berbatasan dengan pantai di Gorontalo adalah adanya intensitas cahaya rendah karena naungan, potensi cekaman kekeringan, potensi tanaman terendam air dan akumulasi kadar garam, dimana keseluruhan faktor ini sangat berpengaruh terhadap rendahnya produksi jagung yang diterima petani.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi persoalan tersebut adalah melalui perakitan paket teknologi budidaya jagung yang mampu menghasilkan tanaman jagung yang tetap tumbuh baik dan berproduksi tinggi meskipun berada pada berbagai kondisi lingkungan tersebut (cekaman kekeringan, toleran naungan, adanya genangan air dan tingkat salinitas tinggi). Sampai saat ini belum ada rekomendasi paket teknologi budidaya jagung toleran naungan, kekeringan, genangan air dan salinitas tinggi. Varietas yang adaptif terhadap berbagai kondisi lingkungan tumbuh tersebut dan komponen budidaya pendukung lainnya masih perlu dilakukan kajian adaptasi dan perakitan teknologi. Untuk uji adaptasi dan perakitan paket teknologi budidaya jagung toleran naungan dan kekeringan telah dilaksanakan oleh BPTP Gorontalo mulai tahun 2019 dan telah didapatkan calon paket teknologi yang adaptif terhadap kedua lingkungan tumbuh tersebut. Namun pada tahun 2020, terkendala oleh adanya pemotongan anggaran untuk penanganan wabah covid 19, sehingga belum didapatkan rekomendasi final

dan diseminasi paket teknologi budidaya jagung naungan (BUJANA) dan toleran kekeringan (BUJAKA). Olehkarena itu pengkajian dan perakitan paket teknologi ini masih perlu dilanjutkan untuk mendapatkan rekomendasi final paket teknologi budidaya jagung yang adaptif pada lingkungan tumbuh tersebut. Diharapkan paket teknologi yang dihasilkan adaptif dan berkontribusi terhadap peningkatan produksi dan produktivitas jagung pada lahan-lahan sela tanaman perkebunan dan pada daerah dengan curah hujan rendah.

1.3. Tujuan

Tujuan jangka pendek (tahun 2021) adalah :

1. Mendapatkan varietas unggul jagung yang adaptif terhadap cekaman kekeringan, dan naungan.
2. Mendapatkan rekomendasi paket teknologi budidaya jagung toleran naungan (BUJANA) dan toleran kekeringan (BUJAKA).
3. Mengetahui kelayakan teknis dan financial usahatani paket teknologi BUJANA dan BUJAKA.

Tujuan jangka panjang (akhir) adalah :

1. Mendapatkan varietas unggul jagung baik hibrida maupun komposit yang adaptif terhadap lingkungan tumbuh dengan cekaman biotik dan abiotik (cekaman naungan, kekeringan, rendaman, dan lainnya)
2. Mendapatkan rekomendasi paket teknologi budidaya jagung toleran cekaman biotik dan abotik (toleran naungan (BUJANA), toleran kekeringan (BUJAKA), toleran rendaman (BUJANDA), dan toleran cekaman lainnya)
3. Mengetahui kelayakan teknis dan financial usahatani, sikap dan persepsi petani terhadap paket teknologi yang dihasilkan.

1.1. Keluaran

Keluaran jangka pendek (tahun 2021) adalah :

1. Varietas unggul jagung yang adaptif terhadap cekaman kekeringan dan naungan.
2. Rekomendasi paket teknologi budidaya jagung toleran naungan (BUJANA) dan toleran kekeringan (BUJAKA).

3. Data dan informasi kelayakan teknis dan financial usahatani paket teknologi BUJANA dan BUJAKA.

Keluaran jangka panjang (akhir) adalah :

1. Varietas unggul jagung baik hibrida maupun komposit yang adaptif terhadap lingkungan tumbuh dengan cekaman biotik dan abiotik (cekaman naungan, kekeringan, rendaman, dan lainnya)
2. Rekomendasi paket teknologi budidaya jagung toleran cekaman biotik dan abotik (toleran naungan (BUJANA), toleran kekeringan (BUJAKA), toleran rendaman (BUJANDA), dan toleran cekaman lainnya).
3. Data dan informasi kelayakan teknis dan financial usahatani, sikap dan persepsi petani terhadap paket teknologi yang dihasilkan.

1.5. Perkiraan Manfaat Dan Dampak

Perkiraan manfaat dan dampak dari pelaksanaan kegiatan ini adalah :

1. Meningkatkan produksi dan produktivitas jagung pada lahan-lahan dengan cekaman biotik dan abiotik seperti pada lahan sela tanaman perkebunan, pada daerah dengan curah hujan rendah, lahan dengan genangan air dan tingkat serangan hama tinggi.
2. Meningkatkan efisiensi usahatani jagung sehingga diharapkan mampu meningkatkan pendapatan petani jagung.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Permasalahan Lahan di Bawah Tegakan Tanaman Tahunan

Kendala utama pemanfaatan lahan semacam ini adalah rendahnya intensitas cahaya karena faktor naungan, selain kemasaman tanah yang tinggi dan ancaman kekeringan pada beberapa wilayah. Baharsjah et al. (1993) menyatakan bahwa radiasi matahari akan mencapai titik jenuh antara 0,10,6 kallcm²/menit. Hasil bersih dari proses fotosintesis pada radiasi penuh (1,4-1,7 kallcm²/menit) adalah 15-35 mg CO₂/dm² luas daun/jam. Pada tanaman kedelai, radiasi matahari optimum untuk fotosintesis maksimum pada kondisi laboratorium berkisar 0,3-0,8 kallcm²/menit (432-1152 kallcm²/ hari) (Kassam 1978). Nilai tersebut jauh lebih besar dibandingkan dengan intensitas cahaya di bawah tanaman karet. Studi yang telah dilakukan untuk padi gogo sebagai tanaman sela dengan karet menunjukkan rata-rata nilai intensitas cahaya pada areal terbuka adalah 398.4 kallcm²/hari. Sedangkan nilai rata-rata intensitas cahaya di bawah tegakan karet umur 1,2,3 dan 4 tahun berturut-turut 326,7 kal; 237,6 kal; 109,2 kal, dan 38,2 kallcm²/hari. Intensitas cahaya di bawah tegakan karet umur 2 tahun setara dengan naungan paranet 25%, sedangkan di bawah tegakan karet umur 3 tahun setara dengan naungan paranet 50%, dan untuk umur 4 tahun sudah melebihi naungan paranet 75% (Chozin et al. 1999). Penurunan intensitas cahaya akan mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman.

Cahaya merupakan faktor penting bagi pertumbuhan tanaman, karena selain berperan dominan dalam proses fotosintesis, juga sebagai pengendali, pemicu, dan modulator respon morfogenesis, khususnya pada tahap awal pertumbuhan tanaman (McNellis and Deng 1995). Spektrum cahaya yang dibutuhkan tanaman berkisar antara panjang gelombang 400-700 nm, yang biasa disebut photosynthetically active radiation (PAR). Cahaya dikonversi ke molekul lebih tinggi (ATP) dan NADPH, terjadi dalam pigmen atau kompleks protein yang menempel pada membran tilakoid yang terletak pada kloroplas. Pigmen tanaman yang meliputi klorofil a, klorofil b, dan karotenoid termasuk xantofil menyerap PAR terbaik pada panjang gelombang tertentu. Klorofil a menyerap cahaya tertinggi pada kisaran panjang gelombang 420 nm dan 660 nm. Klorofil b menyerap cahaya paling efektif pada panjang gelombang 440 dan 640 nm, sedangkan karotenoid termasuk xanthofil mengabsorpsi cahaya pada panjang gelombang 425 dan 470 nm.

Hubungan antara cekaman intensitas cahaya rendah dengan terjadinya penurunan karbohidrat dapat dijelaskan dalam beberapa hal. Pengurangan fotosintat pada intensitas cahaya rendah dapat dihubungkan dengan tingginya resistensi stomata dan sel-sel mesofil terhadap pertukaran CO₂. Pada kondisi cahaya rendah, aktivitas karboksilase dan RuBP menurun. Reaksi pembentukan pati dikatalisis oleh enzim ADP-glukosa pyrofosforilase yang mengatur aliran karbon, dimana enzim ini diatur secara alosterik oleh produk dari siklus peR. Intensitas cahaya yang rendah menyebabkan rendahnya pembentukan 3-PGA, yang menghambat kerja enzim ADP-glukosa pyrofosfatase karena adanya Pi yang berinteraksi dengan 3-PGA. Soverda (2002) melaporkan bahwa cekaman intensitas cahaya rendah menurunkan aktivitas PGA kinase, penurunan yang lebih kecil dijumpai pada genotipe padi gogo toleran naungan dibandingkan genotipe peka.

Pada intensitas cahaya rendah terjadi gangguan translokasi karbohidrat, gula total (sebagian besar gula nonreduksi dan pati) nyata menurun pada seluruh bagian tanaman. Murty dan Sahu (1987) melaporkan peningkatan kandungan total amino-N dan N terlarut pada varietas padi yang peka, yang menyebabkan terganggunya sintesis protein dan rendahnya ketersediaan karbohidrat dan tingginya kehampaan. Lautt et al. (2000) menunjukkan bahwa galurpadi gogo toleran memiliki kandungan pati pada daun dan batang yang lebih tinggi daripada galur peka saat dinaungi 50% pada fase vegetatif aktif. Kenaikan sukrosa pada fase vegetatif aktif hanya terjadi pada galur toleran, sejalan dengan naiknya aktivitas enzim SPS (sukrosa fosfat sintase).

Tanaman yang tumbuh di lingkungan bercekaman dengan intensitas cahaya rendah sulit mengekspresikan kemampuan genetiknya secara penuh untuk tumbuh dan berproduksi dengan baik. Dilaporkan hasil kedelai menurun rata-rata 30-60% pada kondisi cekaman naungan. Oleh karena itu, diperlukan varietas kedelai baru yang mampu memperkecil dampak cekaman melalui beberapa strategi agar mampu beradaptasi pada kondisi cekaman cahaya.

Masalah lain yang dijumpai pada lahan kering dibawah tegakan tanaman tahunan adalah ketersediaan air dan hara N tanah yang rendah. Hampir 70% areal pertanaman jagung di Indonesia terdapat pada lahan tersebut (Sutoro 2012). Ketersediaan air yang menurun disertai musim kemarau panjang akibat perubahan iklim berdampak terhadap penurunan produksi jagung pada lahan kering dan tadah

hujan. Penurunan produksi jagung akibat kekeringan di daerah tropis berkisar antara 50-80% (Monneveux et al. 2006, Iriany et al. 2007, Efendi dan Azrai 2010, Kebede et al. 2013, Suwardi dan Azrai 2013, Adebayo and Menkir 2014). Kandungan hara N tanah rendah juga menjadi faktor pembatas upaya peningkatan produksi jagung. Menurut Syafruddin et al. (2013), sebagian besar lahan pengembangan jagung di Indonesia memiliki kandungan hara N rendah. Pada lahan subur, kandungan N tanah terkuras akibat budi daya yang intensif dan tidak diimbangi dengan pengembalian hara N dari biomas tanaman ke dalam tanah. Kondisi tersebut mengharuskan petani memupuk tanaman jagung dengan N anorganik dan organik.

Varietas unggul jagung hibrida umumnya sangat responsif terhadap pemupukan N karena diseleksi pada kondisi lingkungan N optimal. Hasil penelitian Efendi et al. (2012) dan Syafruddin (2015) menunjukkan untuk memperoleh hasil jagung hibrida 11-14 t/ha maka hara N yang diberikan pada tanaman jagung hibrida berkisar 180-250 kg N/ha. Namun petani seringkali memberikan pupuk N dalam jumlah yang kurang, sehingga hasil jagung hibrida menjadi rendah. Hal tersebut disebabkan oleh kurangnya modal untuk membeli pupuk N atau pupuk urea (N) bersubsidi pada musim tanam (musim hujan) langka karena tingginya permintaan. Salah satu cara menekan penurunan hasil jagung akibat cekaman kekeringan dan dosis pupuk N rendah adalah menanam varietas toleran kekeringan dan adaptif pemupukan N rendah (Bänziger et al. 2006; Nyombayire et al. 2011; Syafruddin et al. 2013; Sayadi et al. 2016; Masuka et al. 2017). Varietas unggul jagung hibrida toleran kekeringan dan N rendah dapat diperoleh melalui program pemuliaan tanaman (Harrison et al. 2014).

Perbaikan Produktivitas Tanaman Sela

Peningkatan produksi di lahan marjinal, termasuk lahan di bawah tegakan, akan dapat dicapai melalui perbaikan: (1) potensi hasil, (2) tingkat adaptasi tanaman terhadap cekaman abiotik dan resistensi terhadap cekaman biotik, dan (3) perbaikan teknik budi daya berbasis pengetahuan fisiologi atau ekofisiologi tanaman (Sopandie 2006). Dalam kaitan ini, penelitian di bidang fisiologi, genetika molekuler, dan pemuliaan tanaman diharapkan mampu mendorong perakitan iptek yang berkaitan dengan penanganan lahan marjinal dan mendukung pemulia tanaman dalam upaya perbaikan tanaman untuk dikembangkan di lahan marjinal, termasuk lahan di bawah

tegakan. Saat ini, penelitian di bidang fisiologi telah sangat maju untuk memahami perilaku tanaman lengkap dengan proses metabolismenya, yang memberikan peluang bagi penerapan teknologi untuk perbaikan tanaman.

III. METODOLOGI

3.1. Pendekatan

Pengkajian ini dilakukan dengan pendekatan *on farm research*, dilaksanakan di lahan petani kooperator di Provinsi Gorontalo, pada lahan yang terdapat naungan (dibawah tegakan tanaman tahunan/perkebunan), dan pada lokasi dengan curah hujan relatif rendah. Petani kooperator akan menerapkan seluruh teknologi introduksi (paket teknologi) yang akan diujicoba dengan bimbingan dan arahan dari tim pelaksana kegiatan yang terdiri dari para peneliti, penyuluh dan teknisi lapangan mulai dari persiapan lahan sampai panen. Kegiatan akan dilaksanakan selama satu tahun anggaran yaitu Januari sampai dengan Desember 2021.

3.2. Ruang lingkup kegiatan

Lingkup kegiatan pengkajian ini terdiri dari :

- a. Koordinasi dengan stakeholder terkait untuk menyampaikan tujuan pelaksanaan kegiatan.
- b. Identifikasi dan penetapan lokasi kegiatan. Pertimbangan utama penentuan kelompok atau lokasi kegiatan diantaranya yaitu 1) lokasi sesuai dengan kondisi yang daxdiinginkan yaitu adanya naungan (pada lahan dibawah tegakan tanaman tahunan/perkebunan), dan curah hujan relatif rendah; 2) kelompok atau petani mau dan bersedia menerapkan paket teknologi anjuran/introduksi teknologi.
- c. Pelaksanaan unit percobaan (pengkajian) paket teknologi budidaya jagung toleran naungan, dan toleran kekeringan di lahan petani kooperator dengan total luas \pm 1 ha.
- d. Pendampingan penerapan teknologi introduksi di lokasi kajian dilakukan agar teknologi yang diintroduksikan dapat diterapkan dengan baik dan sesuai anjuran. Pendampingan dan pengawalan teknologi ini sekaligus dalam rangka sosialisasi komponen teknologi yang diintroduksikan.

3.3. Bahan dan Metode Pelaksanaan

Bahan yang digunakan pada pengkajian ini yaitu terdiri dari :

- a. Sarana produksi jagung meliputi : benih varietas unggul jagung hibrida dan komposit hasil Badan Litbang Pertanian (sesuai ketersediaan di UPBS Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros) dan varietas swasta (multinasional); biodekomposer, pupuk organik dan anorganik, pupuk pelengkap cair, obat-obatan (herbisida, fungisida), dan pendukung lainnya.
- b. Alat dan Mesin Pertanian meliputi: traktor, alat tanam jagung, tali tanam, alat pupuk, tugal, dan alsin pendukungs lainnya.

Tabel 1. Paket teknologi budidaya jagung toleran kekeringan dan tahan naungan yang akan dikaji

Komponen teknologi	Paket teknologi introduksi	Teknologi petani eksisting
Varietas jagung	VUB Jagung, calon varietas/galur jagung hasil Badan Litbang Pertanian dan Swasta yang toleran cekaman naungan dan kekeringan	VUB Jagung petani eksisting
Perlakuan benih	Aplikasi fungisida dan Imidakloprid 350 g/l	ZPT b/a. Fungisida bahan aktif metalaxyl
Pengolahan tanah	Aplikasi biodekomposer	-
Jarak tanam	70 x 20 cm 1 biji per lubang tanam 70 x 40 cm 2 biji per lubang tanam	70 x 40 cm 2 biji per lubang tanam
Pemupukan	Pemupukan berimbang a) Anorganik (berdasar PUTK) b) Pupuk organik cair c) Pupuk pelengkap cair	Urea: 200 kg/ha dan NPK Phonska 250 kg/ha
Pengendalian Gulma dan HPT	Pengendalian secara terpadu "biopestisida"	Pestisida
Pembumbunan	Dilakukan pembumbunan	Tidak dilakukan pembumbunan
Panen dan Pasca Panen	Panen tepat waktu	
Penggunaan alat dan mesin pertanian	Menggunakan alat dan mesin olah tanah, tanam, pemupukan, pembumbunan, dan pengendalian HPT	Manual

Metode pelaksanaan pengkajian ini yaitu dengan membandingkan penerapan paket teknologi introduksi (rakitan komponen teknologi) dengan teknologi eksisting yang biasa dilakukan oleh petani. Paket teknologi introduksi (rakitan komponen teknologi) sebagai perlakuan dengan beberapa ulangan (kelompok/blok) pada lahan

petani kooperator. Teknologi eksisting yang biasa diterapkan petani digunakan sebagai kontrol/pembanding dalam pengkajian ini. Total lahan yang akan digunakan seluas \pm 1 Ha. Komponen paket teknologi introduksi budidaya jagung yang dikaji (Tabel 1) terdiri dari komponen utama yaitu varietas jagung, perlakuan benih, pengolahan tanah, jarak tanam, pemupukan, pengendalian HPT, dan panen. Komponen teknologi tersebut berasal dari Balai Penelitian lingkup Badan Litbang Pertanian yaitu Balai Penelitian Tanaman Sereal.

3.4. Jenis dan Prosedur Pengumpulan Data

Jenis data yang dikumpulkan pada pengkajian ini yaitu 1) Data agronomi, meliputi data pertumbuhan tanaman jagung (tinggi tanaman, diameter batang, dll), data intensitas cahaya, pH tanah, dan data komponen hasil (produksi, produktivitas, bobot tongkol, panjang tongkol, jumlah baris, dll); 2) Data sosial ekonomi, meliputi data input dan output produksi, harga input dan output produksi. Data produksi merupakan hasil panen yang dikumpulkan melalui pencatatan langsung dilapangan.

3.5. Analisis Data

Data hasil pengamatan lapang dilakukan tabulasi data dan dianalisis secara deskriptif. Data hasil pengamatan dianalisis dengan analisis sidik ragam (ANOVA) dan diuji lebih lanjut dengan uji beda rata Duncan Multiple Range Test (DMRT).

Untuk analisis financial usahatani dilakukan dengan menggunakan metode deskriptif, data yang diperoleh dianalisis secara tabulasi yang meliputi struktur biaya, penerimaan, keuntungan, imbalan bagi modal (*return to capital*), imbalan bagi tenaga kerja (*return to labor*), dan kelayaan usahatani.

Analisis keuntungan usahatani dilakukan untuk mengukur tingkat keberhasilan usahatani. Analisis ini digunakan untuk mengetahui seberapa besar tingkat keuntungan yang diterima petani pada usahatani jagung dengan penerapan PTT selama satu periode proses produksi (satu musim tanam). Indikator yang digunakan dalam perhitungan keuntungan usahatani yaitu: (1) jika biaya usahatani lebih besar dari penerimaan maka usahatani dikatakan rugi, (2) jika biaya usahatani sama dengan penerimaan maka usahatani berada pada titik impas (*break event point*), dan (3) jika biaya usahatani lebih kecil dari penerimaan maka usahatani dikatakan untung. Keuntungan usahatani diperoleh dari selisih antara penerimaan usahatani

dengan biaya usahatani. Dalam usahatani, besarnya biaya yang dikeluarkan umumnya dibagi menjadi biaya tunai dan biaya tidak tunai (biaya diperhitungkan). Biaya tunai dikeluarkan oleh petani secara tunai dalam bentuk uang. Sedangkan biaya diperhitungkan dikeluarkan petani tidak dalam bentuk uang, namun tetap harus diperhitungkan dalam kegiatan usahatani. Oleh karena itu, rumus untuk mencari besarnya keuntungan usahatani dapat ditulis seperti pada persamaan berikut :

$$\pi = TR - (Bt + Bd)$$

Dimana:

- π = Keuntungan bersih usahatani (Rp)
- TR = Total penerimaan usahatani (Rp)
- Bt = Biaya tunai (Rp)
- Bd = Biaya diperhitungkan (Rp)

Hasil analisis penerimaan dan biaya juga dapat menunjukkan manfaat dari suatu usahatani melalui perhitungan R/C ratio. Analisis imbalan penerimaan dan biaya (R/C rasio) digunakan untuk melihat manfaat usahatani dari besaran penerimaan yang diperoleh petani atas setiap rupiah yang telah dikeluarkan untuk usahatannya. Perhitungan rasio imbalan penerimaan dan biaya (R/C rasio) dibagi menjadi dua yaitu R/C atas biaya tunai dan R/C atas biaya total. R/C atas biaya tunai dihitung dengan membandingkan total penerimaan dengan biaya tunai yang dikeluarkan. Sedangkan R/C atas biaya total didapatkan dengan membandingkan total penerimaan dengan biaya total yang dikeluarkan. Dimana biaya total merupakan penjumlahan dari biaya tunai dengan biaya diperhitungkan. Secara matematis rumus untuk mendapatkan nilai R/C rasio dirumuskan sebagai berikut:

$$R/C \text{ atas biaya tunai} = TR/Bt$$

$$R/C \text{ atas biaya total} = TR/(Bt + Bd)$$

Usahatani dikatakan efisien apabila nilai R/C rasio lebih besar dari satu. Semakin besar nilai R/C rasio maka menunjukkan kegiatan usahatani semakin efisien.

IV. ANALISIS RISIKO

4.1. Daftar Risiko

No.	Risiko	Penyebab	Dampak
1	Sulitnya mencari atau mendapatkan petani atau kelompok tani kooperator secara partisipatif	Para petani sudah terbiasa dengan proyek atau pola pikirnya <i>project oriented</i>	Tujuan dan sasaran kegiatan tidak tercapai
2	Kerjasama tim pelaksana kegiatan yang rendah	Pelaksanaan kegiatan tidak sesuai jadwal Karena Anggota Tim terlibat pada beberapa kegiatan (rangkap kegiatan)	Pelaksanaan kegiatan kurang optimal dan tidak tepat waktu
3	Pelaksanaan kegiatan tidak sesuai jadwal	Belum ada hujan atau waktu pelaksanaan terbentur dengan kegiatan lain	Pelaksanaan kegiatan kurang optimal dan tidak tepat waktu
4	Kegagalan dalam pelaksanaan dilapangan	SDM kurang terampil, tidak ada hujan (kemarau panjang)	Pelaksanaan kegiatan kurang optimal dan tidak tepat waktu
5	Kegagalan panen/pelaksanaan kegiatan	Adanya serangan ulat Fall Army Worm (FAW) yang massif di Gorontalo	Tujuan dan sasaran kegiatan tidak tercapai
6	Kegiatan tidak terlaksana sesuai rencana	Adanya refocusing/pemotongan anggaran	Tujuan dan Keluaran tidak tercapai

4.2. Daftar Penanganan Risiko

No.	Risiko	Penyebab	Penanganan Risiko
1.	Sulitnya mencari atau mendapatkan poktan kooperator secara partisipatif	Para petani sudah terbiasa dengan proyek atau pola pikirnya <i>project oriented</i>	Persiapan dilakukan jauh lebih awal
2	Kerjasama Tim pelaksana kegiatan yang rendah	Pelaksanaan kegiatan tidak sesuai jadwal Karena Anggota Tim terlibat pada beberapa kegiatan (rangkap kegiatan)	Pembuatan jadwal palang kegiatan, pembagian tugas dan pergiliran penugasan lapang
3	Pelaksanaan kegiatan tidak sesuai jadwal	Belum ada hujan atau waktu pelaksanaan terbentur dengan kegiatan lain	Koordinasi dengan BMKG dan pelaksana kegiatan lain

No.	Risiko	Penyebab	Penanganan Risiko
4	Kegagalan dalam pelaksanaan dilapangan	SDM kurang terampil, tidak ada hujan (kemarau panjang)	Pelatihan dan koordinasi dengan BMKG dan stakeholders terkait.
5	Kegagalan panen/pelaksanaan kegiatan	Adanya serangan ulat Fall Army Worm (FAW) yang massif di Gorontalo	Pengendalian HPT dan penenaman secara serentak
6	Kegiatan tidak terlaksana sesuai rencana	Adanya refocusing/pemotongan anggaran	Pengurangan luasan pengkajian

V. TENAGA DAN ORGANISASI PELAKSANAAN

5.1. Tenaga yang terlibat dalam kegiatan

NO	NAMA/JABATAN	JABATAN DALAM KEGIATAN	URAIAN TUGAS	ALOKASI WAKTU (Jam/minggu)
1.	Jaka Sumarno, STP, MSi/ Peneliti Muda	Penanggung Jawab	<ul style="list-style-type: none"> Mengkoordinir dan bertanggung jawab terhadap pelaksanaan kegiatan Kaji Terap 	20
2.	Dr. Patta Sija, SSi, MSi	Anggota	<ul style="list-style-type: none"> Membantu pelaksanaan kegiatan dan pelaporan pelaksanaan kegiatan 	5
3.	Dr. Aisyah Ahmad, STP, MP/Peneliti Pertama	Anggota	<ul style="list-style-type: none"> Membantu pelaksanaan kegiatan dan pelaporan pelaksanaan kegiatan 	5
4.	Fatmah Sari Indah Hiola, SP/ Penyuluh Muda	Anggota	<ul style="list-style-type: none"> Membantu pelaksanaan kegiatan dan pelaporan pelaksanaan kegiatan 	5
6.	Muhammad Fitrah Irawan, SP, MSi/ Peneliti Pertama	Anggota	<ul style="list-style-type: none"> Membantu pelaksanaan kegiatan dan pelaporan pelaksanaan kegiatan 	10
7.	Heppy Prasillia H./ Penyuluh Pertama	Anggota	<ul style="list-style-type: none"> Membantu pelaksanaan dan pelaporan kegiatan 	5

NO	NAMA/JABATAN	JABATAN DALAM KEGIATAN	URAIAN TUGAS	ALOKASI WAKTU (Jam/minggu)
8.	Hasyim Jamalu Moko/ Teknisi Lapangan	Anggota	• Membantu pelaksanaan dan pelaporan kegiatan	15
9.	Aryandi Kurnia Rahman/ Teknisi Lapangan	Anggota	• Membantu pelaksanaan dan pelaporan kegiatan	15
10.	Nur Rahman/Staf Administrasi	PUMK Kegiatan	• Bertanggungjawab terhadap administrasi keuangan kegiatan	10

5.2. Jangka Waktu Kegiatan

No	Kegiatan	Bulan												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Persiapan kegiatan • Penyusunan dan perbaikan RPTP • Seminar RPTP	x x												
2	Koordinasi, survey, identifikasi dan penetapan lokasi		X											
3	Pelaksanaan Kegiatan pengkajian di lahan petani kooperator		x	x	x	x	x	x	x	x	x	X		
4.	Pengolahan data dan informasi • Entry data • Analisa data				x x	x x								
5.	Monitoring dan Evaluasi				x	x	x	x	x	x	x	x	X	
6.	Penulisan Laporan • Penulisan laporan • Seminar												x	x X

5.3. Pembiayaan

A	Perakitan Paket Teknologi Budidaya Jagung Toleran Kekeringan dan Naungan				18.000.000
521211	Belanja Bahan (050-Gorontalo)				700.000
	- 2 Belanja Bahan Pendukung Demplot [* x *]	1	Kali	700.000	700.000
521811	Belanja Barang Persediaan Barang Konsumsi (050-Gorontalo)				11.000.000
	- 2 Belanja Bahan Utama Kegiatan [* x *]	1	Kali	11.000.000	11.000.000
524111	Belanja Perjalanan Dinas Biasa (050-Gorontalo)				6.300.000
	- 2 PERJALANAN DAERAH DLM RANGKA PELAKSANAAN KEGIATAN [* x *]	18	OH	350.000	6.300.000

DAFTAR PUSTAKA

- Adebayo, M.A. and A. Menkir. 2014. Assessment of hybrids of drought tolerant maize (*Zea mays* L.) inbred lines for grain yield and other traits under stress managed conditions. *Nigerian Journal of Genetics* 28:19-23.
- Akari, T., T.T. Oo, F. Kubota. 2014. Effects of shading on growth and photosynthetic potential of greengram (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) cultivars. *Environmental Control in Biology*. 52(4): 227-231.
- Bänziger, M., S. Setimela, D. Hodson, and B. Vivek. 2006. Breeding for improved abiotic stress tolerance in maize adapted to southern Africa. *Agricultural Water Management* 80:212-224.
- Basuki, RS, Moekasan, TK, and Prabaningrum, L. 2013. Technical and Financial Feasibility Analysis of Potatoes Integrated Pest Management on Mid-elevation. *J. Hort.* 23(1):91-98.
- Bellaloui, N., J.R. Smith, A.M. Gillen, D.K. Fisher, and A. Mengistu. 2012. Effect of shade on seed protein, oil, fatty acids, and minerals in soybean lines sarying in seed germinability in the early soybean production system. *American Journal of Plant Sciences*. 3: 84-95.
- Efendi, R. dan M. Azrai. 2010. Tanggap genotype jagung terhadap cekaman kekeringan: Perananakar. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 29(1):1-10.
- Efendi, R. dan M. Azrai. 2012. Identifikasi karakter toleransi cekaman kekeringan berdasarkan respons pertumbuhan dan hasil genotype jagung. *Widyariset* 13(3):41-50.
- Efendi, R., Takdir, A., dan Azrai, M. 2017. Daya Gabung Inbrida Jagung Toleran Cekaman Kekeringan dan Nitrogen Rendah pada Pembentukan Varietas Hibrida. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 1(2): 83-96.
- Fu, J., C.H. Li, J.R. Zhao, Ma Li, and T.X.Liu. 2011. Shade tolerance indices of maize: Selection and evaluation. *Ying Yong Sang Tai Xue Bao* 20(11):2705-2709 (Abstract).
- Hamdani, K.K. and Susanto, H. 2020. Development Of Shade Tolerance Varieties To Support Improvement Of Food Crop Production. *Jurnal Planta Simbios*, 2(1):22-36.
- Harrison, M.T., F. Tardieu, Z. Dong, C.D. Messina, and G.L. Hammer. 2014. Characterizing drought stress and trait influence on maize yield under current and future conditions. *Global Change Biology* 20:867-878.
- Horton, D. 1982. Partial Budget Analysis for On-farm Potato Research: International Potato Center (CIP). *Technical Information Bulletin* 16:9-11.
- Iriany, R.N., A.M. Takdir, M.H.G. Yasin, and M.J. Mejaya. 2007. Maize genotypes tolerance to drought stress. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan* 26(3):156 - 160.
- Janska, A., P. Marsýk, S. Zelenkova, J. Ovesna. 2009. Cold stress and acclimation what is important for metabolic adjustment?. *Annual Review of Plant Biology* 12(3):395-405.
- Jia, S., C. Li, S. Dong, and J. Zhang. 2011. Effects of shading at different stages after anthesis on maize grain weight and quality at cytology level. *Agricultural Sciences in China* 10(1): 58-69.

- Kebede, A.Z., A.E. Melchinger, J.E. Cairns, J.L. Araus, D. Makumbi, and G.N. Atlin. 2013. Relationship of line per se and testcross performance for grain yield of tropical maize in drought and well-watered trials. *Crop Science* 53:1228-1236.
- Kosma, C., Triantafyllidis, V. Papasavvas, A. Salahas, G. Patakas. 2013. Yield and nutritional quality of greenhouse lettuce as affected by shading and cultivation season. *Emirates Journal of Food and Agriculture*. 25:974- 979.
- Li, H., D. Jiang, B. Wollenweber, T. Dai, and W. Cao. 2010 Effects of shading on morphology, physiology and grain yield of winter wheat. *Europ. J. Agronomy* 33: 267-275.
- Li, L., Y.T. Gan, R. Bueckert, T.D. Warkentin. 2010. Shading, defoliation and light enrichment effects on chickpea in northern latitudes. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 196:220-230.
- Mauro, R.P., O. Sortino, M. Dipasquale. 2014. Phenological and growth response of legume cover crops to shading. *The Journal of Agricultural Science*. 152:917- 931.
- MBewe, D.M.N. and R.B. Hunter. 1986. The effect of shade stress on the performance of corn for silage versus grain. *Can. J. Plant Sci.* 66: 53-60.
- Monneveux, P., C. Sainchez, D. Beck, and G.O. Edmeades. 2006. Drought tolerance improvement in tropical maize source populations: evidence of progress. *Crop Science* 46:180-191.
- Niinemets Ü. 2010. A review of light interception in plant stands from leaf to canopy in different plant functional types and in species with varying shade tolerance. *Ecological Research* 25(4): 693–714.
- Nyombayire, A., R. Edema, G. Asea, and P. Gibson. 2011. Combining ability of maize inbred lines for performance under low nitrogen and drought stresses. *African Crop Science* 10:579 585.
- Purnomo, J. 2005. Tanggapan varietas tanaman jagung terhadap irradiasi rendah. *Agrosains* 7(1):86-93.
- Soetiarso, T.A., M. Ameriana, L. Prabaningrum, dan N. Sunarni. 2006. Pertumbuhan, Hasil dan Kelayakan Finansial Penggunaan Mulsa dan Pupuk Buatan pada Usahatani Cabai Merah di Luar Musim. *J. Hort.* 16(1): 63-76.
- Sondakh, F.E. 1994. Berbagai pengaruh taraf naungan pohon kelapa dan nitrogen terhadap pertumbuhan dan produksi rumput panicum maximum cv. Rivedale. Tesis. Program Pascasarjana. Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Sopandie, D., dan Trikoesoemaningtyas. 2011. Pengembangan Tanaman Sela di Bawah Tegakan Tanaman Tahunan. *Iptek Tanaman Pangan* 6(2):168-182.
- Sutoro. 2012. Kajian penyediaan varietas jagung untuk lahan suboptimal. *Iptek Tanaman Pangan* 7(2):108-112.
- Suwardi dan M. Azrai. 2013. Pengaruh cekaman kekeringan genotype jagung terhadap karakter hasil dan komponen hasil. p.149-157. Seminar Nasional Serealia. Meningkatkan Peran Peneliti Serealia Menuju Pertanian Berkelanjutan. Maros, 18 Juni 2013.
- Syafruddin, M. Azrai, dan Suwarti. 2013. Seleksi genotype jagung hibrida toleran N rendah. *Buletin Plasma Nutfah* 19(2):7380.
- Syafruddin, Suwarti, dan M. Azrai. 2014. Penyaringan Cepat dan Toleransi Tanaman Jagung terhadap Intensitas Cahaya Rendah. *Penelitian pertanian tanaman pangan*, 33(1):36-43.
- Syafruddin. 2015. Manajemen pemupukan nitrogen pada tanaman jagung. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*. 34(3):105-116.

Wang, N., Q. Huang, J. Sun, S. Yan, C. Ding, X. Mei, D. Li, X. Zeng, X. Su, Y. Shen.
2014. Shade Tolerance Plays an Important Role in Biomass Production of Different
Poplar Genotypes in a High-density Plantation. *Forest Ecology and Management*.
331:40– 49.