

Pendampingan Masyarakat Desa Tulungrejo dan Desa Sumber Brantas dalam Kajian Kerentanan terhadap Risiko Perubahan Iklim

**Anggraeni Hadi Pratiwi^{1*}, Talifatim Machfuroh², Dyah Pitaloka³, Zainal Abidin⁴,
Arief Lukman Hakim⁵, Arum Sekar Buana⁶**

^{1, 3, 4, 5} Universitas Islam Raden Rahmat, Malang, Indonesia

² Politeknik Negeri Malang, Malang, Indonesia

⁶ Politeknik Negeri Lampung, Lampung, Indonesia

*corresponding author: anggraeni.hadi@uniramalang.ac.id

Received 23-02-2024

Revised 15-03-2024

Accepted 18-03-2024

ABSTRAK

Permasalahan utama yang terjadi di area hulu DAS Brantas adalah tingkat erosi yang tinggi karena model dan cara-cara usahatani hortikultura yang salah secara ekologis. Kondisi ini menyebabkan kerentanan bagi masyarakat dalam menghadapi perubahan iklim. Tujuan dari kegiatan pengabdian ini adalah untuk mengetahui bagaimana tingkat kerentanan terhadap risiko akibat perubahan iklim. Kegiatan ini dilakukan di dua desa, yaitu Desa Tulungrejo dan Desa Sumber Brantas pada bulan Februari 2021. Tiga kegiatan utama yang dilakukan, yaitu *Focus Group Discussion* (FGD), analisa risiko perubahan iklim menggunakan metode Analisa 4 Jendela, dan analisa risiko perubahan iklim menggunakan metode Analisa 5W+1H. Hasil dari kegiatan ini menunjukkan bahwa Desa Tulungrejo dan Desa Sumber Brantas tergolong ke dalam wilayah yang memiliki tingkat risiko ringan hingga sedang di bidang pertanian. Ancaman curah hujan yang tinggi menyebabkan banjir menjadi salah satu penyebab risiko yang tinggi di berbagai bidang strategis karena terjadi di tempat yang memiliki kerentanan yang juga tinggi.

Kata kunci: Pendampingan Masyarakat, Kerentanan, Perubahan Iklim

ABSTRACT

The main problem that occurs in the upstream area of the Brantas watershed is the high level of erosion due to ecologically incorrect horticultural farming models and methods. This condition causes vulnerability for society in facing climate change. The aim of this service activity is to find out the level of vulnerability to risks due to climate change. This activity carried out in two villages, Tulungrejo and Sumber Brantas in February 2021. Three main activities were carried out, namely Focus Group Discussion (FGD), climate change risk analysis using Analisa 4 Jendela method, and climate change risk analysis using 5W+1H. the results of this activity show that Tulungrejo and Sumber Brantas are classified as areas that have a mild to moderate risk level in the agricultural sector. The threat of high rainfall causes flooding to become one of the causes of high risk in various strategic areas because it occurs in places that have high vulnerability.

Keywords: Community Assistance, Vulnerability, Climate Change.

PENDAHULUAN

Produksi tanaman pangan di Malang Raya, yaitu Kabupaten Malang, Kota Malang dan Kota Batu, baik pada sawah irigasi teknis dan non-teknis, dan lahan kering, sangat ditentukan oleh pola curah hujan. Pencapaian produksi pertanian ini berkorelasi erat dengan pola curah hujan karena sumber air irigasi berasal dari hujan.

Rata-rata curah hujan tahunan bervariasi menurut musim dan wilayah. Sekitar 80% curah hujan tahunan terjadi antara bulan Oktober dan Februari. Periode antara bulan Juni dan September benar-benar kering dan hanya menghasilkan kurang dari 10% curah hujan tahunan. Fluktuasi curah hujan yang menjadi penyebab dari panen atau gagal panen, merupakan salah satu risiko dari perubahan iklim (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2016).

Permasalahan utama yang terjadi di area hulu DAS Brantas adalah tingkat erosi yang tinggi karena model dan cara-cara usahatani hortikultura yang salah secara ekologis. Salah satu desa yang mengalami hal tersebut adalah Desa Sumber Brantas, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu. Erosi lahan tersebut terutama disebabkan adanya alih fungsi lahan dari hutan menjadi lahan pertanian dan perumahan sehingga terjadi deforestasi secara masif. Data dari Jasa Tirta (2014) menunjukkan sejak tahun 1980, laju deforestasi Kota Batu tersebut mencapai 33% secara akumulatif. Pada tahun 2006, kategori penggunaan lahan terdiri atas lahan hutan 23%, padang rumput 17%, kebun swasta 5%, lahan kering 29%, sawah 14% dan perumahan 12%.

Deforestasi tersebut menyebabkan degradasi lahan dan kerusakan siklus hidrologi, termasuk diantaranya meningkatnya laju erosi. Erosi tersebut berdampak pada sedimentasi di berbagai aliran sungai hingga ke bendungan. Setiap tahun diperkirakan terjadi erosi di hulu sungai Brantas 1.093.679 (m^3/tahun), Bango-Sari 874.454 (m^3/tahun), Amprong 3.335.779 (m^3/tahun), Manten 774.359 (m^3/tahun), Lesti bagian bawah 2.806.825 (m^3/tahun), Genteng 1.109.827 (m^3/tahun), dan Lesti hilir 848.553 (m^3/tahun) (Jasa Tirta, 2014). Sedimentasi ini akan menyebabkan kapasitas simpan air sungai berkurang. Akibatnya berisiko tinggi terjadinya banjir, terutama bagi desa-desa di dataran yang lebih rendah dan kekurangan air di musim kemarau.

Kondisi ini menyebabkan kerentanan bagi masyarakat Desa Sumber Brantas dalam menghadapi dampak perubahan iklim. Dampak tersebut antara lain merusak lahan pertanian, masalah kekurangan air saat kemarau, ketidakpastian musim hujan dan kemarau dan mengurangi pendapatan usahatani. Selain itu serangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT) diperkirakan meningkat dan lebih resisten, yang ditandai semakin masifnya penggunaan pestisida untuk tanaman sayuran utama. Tujuan dari kegiatan pengabdian ini adalah untuk mengetahui bagaimana tingkat kerentanan terhadap risiko akibat perubahan iklim di Desa Tulungrejo dan Desa Sumber Brantas.

METODE PELAKSANAAN

Kegiatan ini dilakukan di dua desa, yaitu Desa Tulungrejo dan Desa Sumber Brantas pada bulan Februari 2021. Jumlah petani yang terlibat di Desa Tulungrejo sebanyak 12 orang dengan sebaran responden laki-laki 9 orang dan wanita 3 orang, sedangkan di Desa Sumber Brantas jumlah petani yang terlibat sebanyak 17 orang dengan sebaran responden laki-laki 16 orang dan wanita 1 orang. Ada 3 kegiatan utama yang dilakukan pada program pengabdian ini, yaitu *Focus Group Discussion*

(FGD), analisa risiko perubahan iklim menggunakan metode Analisa 4 Jendela, dan analisa risiko perubahan iklim menggunakan metode Analisa 5W+1H.

Focus Group Discussion (FGD)

FGD dilakukan untuk proses pemantapan dan kalibrasi hasil dari wawancara pada kegiatan *baseline* sehingga diperoleh masukan maupun informasi mengenai pemahaman petani tentang iklim, musim dan cuaca. Terkait dengan tujuan tersebut, ada beberapa pertanyaan kunci yang disampaikan seperti berikut:

1. Apakah pengertian dari cuaca dan iklim?
2. Musim apa saja yang ada di Indonesia?
3. Apakah perbedaan antara cuaca dan iklim?
4. Bagaimana cara dalam memprakirakan iklim atau cuaca selama ini?
5. Kejadian ekstrim apa saja yang terjadi dalam kurun waktu 10-20 tahun terakhir?
6. Apa saja dampak yang ditimbulkan dari kejadian ekstrim tersebut?
7. Apakah perubahan iklim mempengaruhi kegiatan pertanian dalam kurun waktu 10-20 tahun terakhir?



Gambar 1. Kegiatan Focus Group Discussion (FGD) di Desa Tulungrejo

Langkah-langkah kegiatan yang dilakukan FGD antara lain:

1. Mendiskusikan apakah dalam kehidupan sehari-hari maupun dalam pekerjaan, peserta mempunyai hal-hal yang terkait dengan iklim, musim dan cuaca.
2. Peserta membuat daftar dari iklim, musim dan/atau cuaca yang mempengaruhi kehidupan mereka baik yang berpengaruh positif maupun yang berpengaruh negatif.
3. Peserta dibagi dalam kelompok kecil untuk mendiskusikan waktu (bulan) dari iklim, musim dan cuaca berubah, dan apa saja pengaruh yang ditimbulkan.
4. Pada akhir sesi peserta melakukan diskusi pengkritisan tentang proses memandu sesi ini.



Gambar 2. Kegiatan *Focus Group Discussion* (FGD) di Desa Sumber Brantas

Analisa Risiko Perubahan Iklim Menggunakan Metode Analisa 4 Jendela

Analisa risiko perubahan iklim menggunakan metode Analisa 4 Jendela ini bertujuan untuk melakukan identifikasi faktor perubahan iklim yang utama dan memperoleh gambaran tentang dampak perubahan iklim di masyarakat (Challinor A.J. et al, 2018). Analisa risiko ini terdiri dari dua bagian, yaitu (a) mengenali jenis-jenis dampak perubahan iklim; dan (b) menaksir seberapa sering dan seberapa parah dampak perubahan iklim itu terjadi. Langkah-langkah yang dilakukan pada kegiatan ini adalah:

1. Pemandu menanyakan kepada peserta tentang dampak perubahan iklim yang paling dirasakan.
2. Pemandu membagikan *sticky note* dan spidol kepada peserta.
3. Setiap peserta minimal diberikan 5 lembar *sticky note*.
4. Dengan menggunakan spidol, masing-masing peserta diminta untuk menulis 5 masalah terkait perubahan iklim yang dirasakan.
5. Pada sebuah kertas plano besar, pemandu membagi 4 kuadran.
6. Berdasarkan pada keseringan terjadi dan keparahan dampak yang ditimbulkan, pemandu meminta setiap peserta untuk menempelkan metaplan ke dalam 4 kuadran sesuai dengan kondisi yang dirasakan.
7. Permasalahan iklim yang sering terjadi namun dampak yang ditimbulkan ringan ditempelkan pada pojok kiri atas, sedangkan permasalahan yang jarang terjadi dan berdampak ringan ditempelkan pada kiri bawah.
8. Permasalahan iklim sering terjadi dan berdampak parah ditempelkan pada pojok kanan atas, sedangkan permasalahan iklim yang jarang terjadi namun sekali terjadi berdampak cukup parah ditempelkan di pojok kanan bawah.
9. Pemandu melakukan klarifikasi dan menanyakan kepada peserta jika ada pernyataan yang kurang jelas. Jika ada *sticky note* dengan permasalahan yang sama, maka hanya diambil satu saja yang mewakili masalah tersebut.

Hasil dari kegiatan analisa risiko perubahan iklim menggunakan metode Analisa 4 Jendela digunakan untuk mendapatkan kesepakatan tentang kriteria rendah, sedang dan tinggi dalam kaitan dampak yang ditimbulkan, seperti berikut:

- a. **Tinggi:** Kerugian material yang cukup besar, menimpa semua masyarakat, kerusakan permanen jangka panjang, membutuhkan upaya tanggap darurat, rusaknya fungsi lingkungan secara permanen.
- b. **Sedang:** Kerugian material cukup besar, melanda banyak rumah tangga, kerusakan atau tidak berfungsinya infrastruktur selama 1-2 minggu.
- c. **Rendah:** Tidak ada kerusakan infrastruktur, kerugian material tidak terlalu besar, tidak mengganggu perikehidupan masyarakat.

Analisa Risiko Perubahan Iklim Menggunakan Metode Analisa 5W+1H

Perubahan iklim adalah fenomena global yang menimpa seluruh dunia tanpa terkecuali. Namun dampak yang ditimbulkan bisa berbeda-beda. Dampak yang dirasakan satu negara atau wilayah kadang berbeda dengan wilayah lainnya, dalam satu komunitas pun dampak yang ditimbulkan oleh perubahan iklim bisa jadi berbeda tiap kepala keluarga bahkan tiap orang. Untuk lebih memahami faktor yang bisa memperkuat ketahanan terhadap perubahan iklim dan yang memperparah dampak perubahan iklim, perlu dilakukan analisis faktor yang mempengaruhi kuat/ ringannya perubahan iklim yang dirasakan masyarakat.

Analisa 5W+1H bertujuan untuk mendetailkan analisis risiko perubahan iklim menjadi hal yang lebih spesifik lokasi, waktu dan kelompok masyarakat yang terdampak perubahan iklim, mengidentifikasi jenis paparan perubahan iklim, membandingkan perbedaan ketahanan dan kepekaan ekosistem terhadap perubahan iklim beserta dampak yang ditimbulkannya, dan melakukan inventarisasi kapasitas adaptasi yang selama ini sudah dikembangkan oleh masyarakat (Lee JS, & Choi HI, 2018). Langkah-langkah kegiatan yang dilaksanakan yaitu:

1. Pemandu mengumpulkan seluruh kartu yang terdapat pada kotak warna merah dan kotak warna kuning.
2. Pemandu sekali lagi menanyakan kepada peserta, apakah kartu yang terdapat pada kotak merah dan kuning, benar-benar diakibatkan oleh perubahan iklim.
3. Jika peserta mempertahankan pendapatnya bahwa benar merupakan perubahan iklim maka tempelkan kartu tersebut pada bagian faktor iklim dan demikian sebaliknya jika peserta tidak bisa mengaitkan dengan perubahan iklim maka kartu tersebut diletakkan pada bagian faktor buatan iklim.
4. dengan menggunakan pertanyaan menyelidik untuk memperjelas masalah, tanyakan kembali kepada peserta seperti:
 - a. Dimana faktor tersebut terjadi?
 - b. Kapan terjadinya?
 - c. Berapa Kepala Keluarga yang terkena dampak?
 - d. Berapa luas lahan yang terkena dampak?

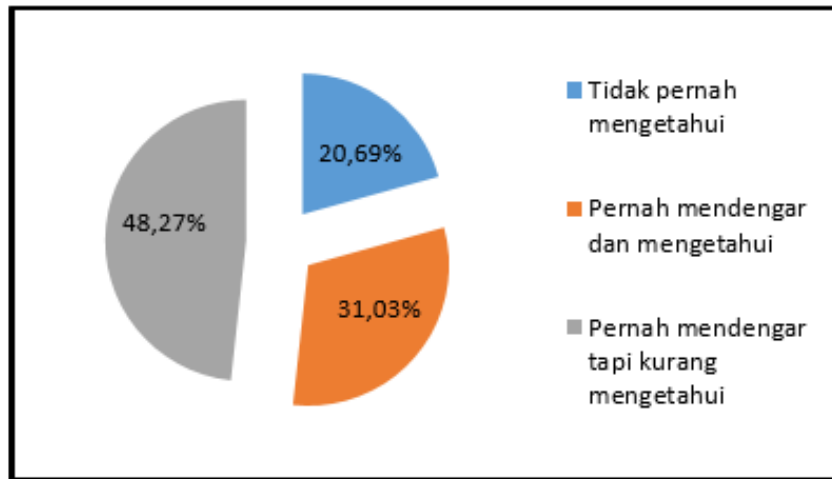
- e. Apa bentuk kerusakan yang ditimbulkan, berapa kerugian yang ditimbulkan?
- f. Berapa lama?

Hasil jawaban peserta dituliskan di kolom paparan.

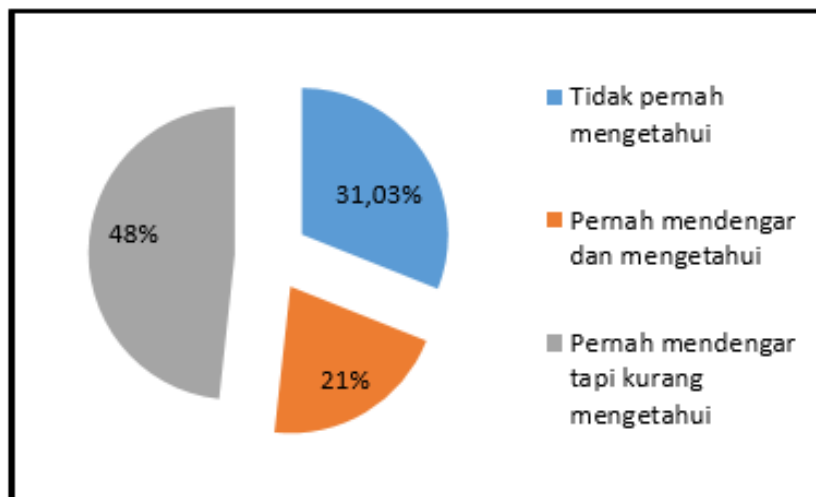
5. Pemandu menanyakan kepada peserta tentang faktor-faktor yang bisa memperparah atau meringankan dampak perubahan iklim terhadap masyarakat.
6. Faktor-faktor yang memperparah digolongkan pada kolom *sensitive* (peka) dengan tanda negatif (-), sedangkan faktor yang memperkuat ketahanan terhadap perubahan iklim diberi tanda positif (+).
7. Perdalam pertanyaan nomor 6 dengan menanyakan lebih detail dengan membandingkan, misal: perbedaan antar varietas yang terdampak, kelompok umur, gender, pada ketinggian berapa, blok mana yang paling parah terkena perubahan iklim. Ditanyakan juga kepada peserta apakah ada kelompok, daerah, varietas, sarana dan prasarana yang relatif tidak terdampak perubahan iklim.
8. Tanyakan pada peserta bagaimana mereka selama ini melakukan upaya untuk mengatasi perubahan iklim, upaya-upaya apa yang sudah dilakukan, bagaimana hasilnya, apa kelemahan dan kekuatannya. Tanyakan pula upaya yang sudah dilakukan selama ini, bagaimana hasilnya.
9. Pada bagian potensi dampak, tanyakan kepada peserta jika masalah tersebut dibiarkan saja apa potensi dampak yang akan terjadi sekarang ataupun di masa mendatang.

HASIL KEGIATAN

Secara umum, pemahaman petani mengenai perubahan iklim beragam, bahkan kurang begitu memahami perbedaan istilah iklim, musim dan cuaca (Gambar 3). Informasi cuaca dan iklim yang diberikan pemerintah dan perguruan tinggi masih belum dimanfaatkan oleh para petani, padahal petani selalu bergantung dengan iklim dalam kegiatan usahatani (Pratiwi, 2014). Berdasarkan hasil diskusi dengan para petani, diperoleh informasi tentang kendala-kendala iklim yang selama ini dialami dalam kegiatan budidaya dan usahatani (Gambar 4). Sebagian besar petani menyatakan bahwa pada beberapa tahun terakhir pada bulan Mei – Juli pertumbuhan tanaman tidak maksimal. Pada musim penghujan tanaman tumbuh subur namun buah mudah busuk, sedangkan pada musim kemarau meskipun dilakukan penyiraman secara intensif tetapi tanaman tumbuh kurang subur/ kering. Oleh karena itu perlu dilakukan pemeliharaan tanaman secara intensif pada musim kemarau. Selain itu, pengaturan pola tanam yang didasarkan pada ketersediaan air dalam tanah dapat mencukupi kebutuhan air tanaman selama masa periode tanam hingga panen (Nganji, M., & Simanjuntak, B., 2020).



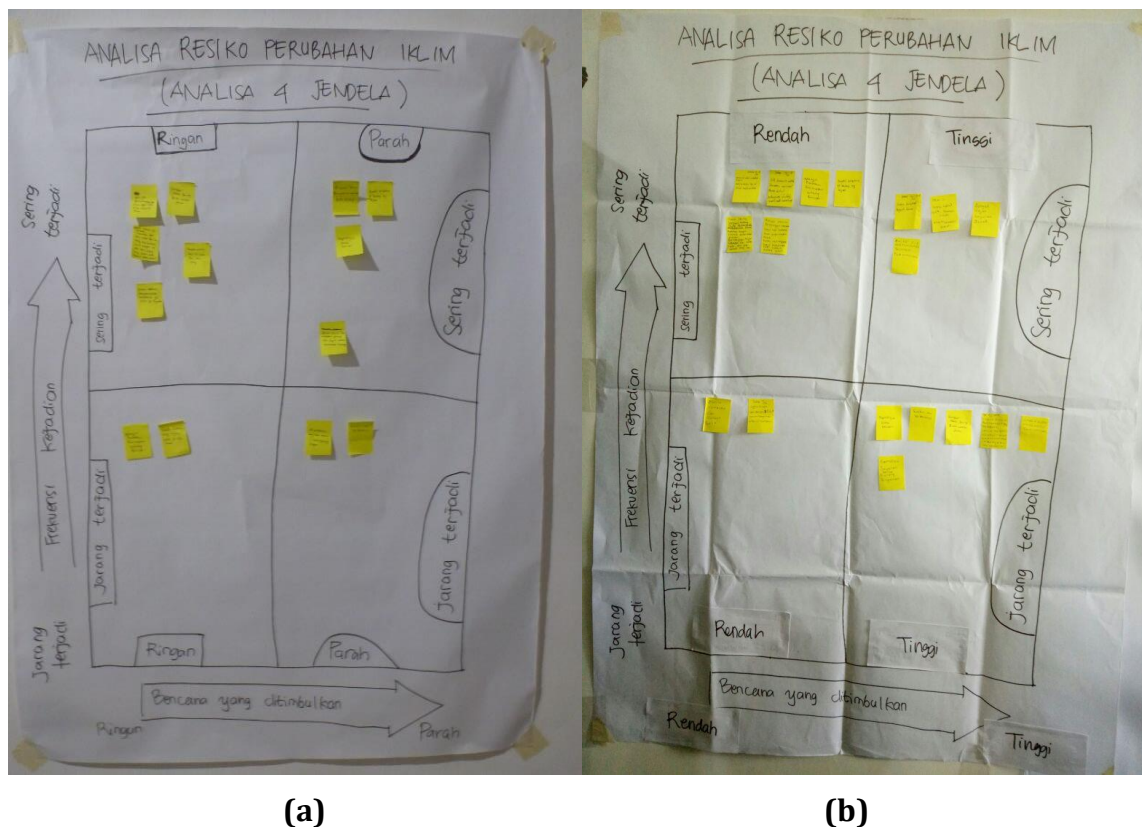
Gambar 3. Presentase Petani yang Mengetahui tentang Cuaca, Musim dan Iklim



Gambar 4. Presentase Petani yang Merasakan Dampak Perubahan Cuaca, Musim dan Iklim

Cuaca yang tidak dapat diprediksi juga mempengaruhi kegiatan budidaya dan pertumbuhan tanaman. Pada kondisi cuaca yang dingin/ mendung mengakibatkan tanaman sulit berkembang dan tumbuh secara maksimal, harga panen juga tidak bisa ditentukan, serta mengakibatkan munculnya hama. Pada intensitas curah hujan tinggi, tanaman banyak yang busuk dan dapat mengakibatkan longsor. Hal ini sependapat dengan penelitian Satya, G. dkk (2014), bahwa curah hujan di atas 50 mm per jam menyebabkan tanah longsor dangkal di daerah Desa Wonodadi Kulon. Berdasarkan kendala-kendala tersebut, rupanya petani juga mempunyai cara adaptasi dalam menghadapi variabilitas iklim. Strategi adaptasi yang selama ini diterapkan adalah dengan cara mengubah cara tanam dan memperbanyak penggunaan pupuk kandang, dan berusaha memahami kebutuhan tanaman. Hal ini juga disimpulkan oleh Chalchisa, S. S. T., & Sani, S. (2016), bahwa secara sosial-ekonomi petani menganggap jika mengubah pola tanam adalah cara yang lebih mudah dan efisien daripada mengadopsi konservasi tanah secara teknis yang membutuhkan modal biaya dan tenaga lebih tinggi.

Masyarakat di dua lokasi proyek sudah merasakan adanya perubahan pada suhu dan pola hujan. Perubahan pola hujan beserta intensitasnya juga terjadi di berbagai daerah di Indonesia yang menyebabkan perubahan fase tanam dan produksi (Media Indonesia, 2018; Ruminta, R., & Nurmala, T., 2016). Seluruh responden menyatakan bahwa masyarakat merasakan peningkatan suhu menjadi lebih panas selama 20 tahun terakhir. Kegiatan analisa risiko dilakukan untuk melihat apa saja dampak dari perubahan iklim dan menaksir seberapa sering dan seberapa parah dampak perubahan iklim itu terjadi berdasarkan kerentanan dan ancaman yang telah dikaji (CDP, 2022). Kegiatan analisa risiko menggunakan metode Analisa 4 Jendela didapatkan hasil seperti disajikan pada Gambar 5 berikut.



Gambar 5. (a) Hasil Analisa Risiko Perubahan Iklim di Desa Tulungrejo; (b) Hasil Analisis Risiko Perubahan Iklim di Desa Sumber Brantas

Berdasarkan hasil diskusi dengan petani di Desa Sumber Brantas, dengan menggunakan metode Analisa 4 Jendela didapatkan hasil bahwa dampak perubahan iklim ringan yang sering terjadi adalah hilangnya unsur hara dalam tanah akibat distribusi hujan yang tidak menentu dan curah hujan dengan intensitas tinggi; pada 10 tahun yang lalu apel tidak dapat tumbuh di Desa Sumber Brantas, namun sekarang dapat tumbuh dengan optimal; hama penyakit yang sering menyerang tanaman adalah fusarium, fungi, dan *Phytophthora infestans* pada kentang. Dampak perubahan iklim parah yang sering terjadi yaitu terjadinya erosi tanah yang diakibatkan pembuatan guludan membujur kontur tanah sehingga tanah dan unsur hara hilang. Hal ini juga didukung pendapat Permana, Y. I., Wicaksono, K. P., & Tyasmoro, S. Y. (2017) bahwa

pembuatan guludan menjurus searah dari atas ke bawah lereng merupakan tindakan pengolahan tanah yang tidak sesuai kaidah konservasi tanah. Selain itu, perilaku petani dalam gonta-ganti tanaman budidaya yang sedang populer, contohnya tanaman apel diganti dengan tanaman jambu, kemudian diganti lagi dengan tanaman jeruk. Perilaku ini dapat menyebabkan lapisan tanah atas hilang, sehingga mudah mengalami erosi. Intensitas terjadinya longsor juga berkurang dikarenakan ada penanaman pohon (Samidjo, J., & Suharso, Y., 2017).

Analisa risiko dengan metode Analisa 4 Jendela di Desa Tulungrejo didapatkan hasil bahwa dampak perubahan iklim ringan yang sering terjadi adalah hilangnya unsur hara dalam tanah akibat distribusi hujan yang tidak menentu dan curah hujan dengan intensitas tinggi. Dampaknya petani mencoba untuk mengubah cara bercocok tanam, misalnya dengan menerapkan sistem tumpang sari. Hasil penelitian dari Zuhroh, M. U., & Agustin, D. (2017) menunjukkan bahwa sistem tumpang sari dapat meningkatkan efektivitas pemanfaatan lahan. Petani juga lebih memilih untuk mengaplikasikan pupuk kandang daripada pupuk kimia. Hal ini dikarenakan pemberian pupuk kimia secara berlebihan dapat menyebabkan sifat unsur tanah menurun. Dampak yang lebih parah jika iklim berubah secara drastis yaitu mengakibatkan tanah longsor, sebagian sayuran menjadi busuk, banyaknya hama dan penyakit yang muncul, dan petani mengalami kesulitan pada saat menjual hasil panennya. Ketika ada potensi hasil panen tidak sesuai dengan harapan, maka petani membiarkan sayurannya membusuk di lahan karena biaya panen tidak sebanding dengan modal petani. Hasil penelitian Setiawan (2019) menyatakan bahwa seluruh pemangku kepentingan memiliki peranan penting untuk bersinergi dengan petani dalam mewujudkan stabilitas harga, sehingga petani tidak mengalami kerugian yang besar selama proses penjualan pada rantai nilai tanaman.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari kegiatan ini dapat ditarik kesimpulan bahwa periode saat ini (saat dilakukan kajian), Desa Tulungrejo dan Desa Sumber Brantas tergolong ke dalam wilayah yang memiliki tingkat risiko ringan hingga sedang di bidang pertanian. Ancaman curah hujan yang tinggi menyebabkan banjir menjadi salah satu penyebab risiko yang tinggi di berbagai bidang strategis karena terjadi di tempat yang memiliki kerentanan yang juga tinggi. Saran yang dapat diberikan bagi beberapa pihak terkait antara lain Dinas Pertanian, BMKG dan perguruan tinggi adalah perlunya suatu program atau sosialisasi mengenai iklim secara berkelanjutan sehingga petani dapat melakukan perencanaan yang tepat dan sesuai dengan kondisi iklim terhadap usahatannya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada USAID APIK (Adaptasi Perubahan Iklim dan Ketangguhan) Jawa Timur, Pusat Kajian Teknologi Terapan (PKTT) Universitas Islam Raden Rahmat, Pemerintah Daerah Kota Batu, Pemerintah Desa Tulungrejo, Pemerintah Desa Sumber Brantas, serta Kelompok Tani di Desa Tulungrejo dan Desa

Sumber Brantas atas kerja sama dan saran serta petunjuknya sehingga kegiatan ini dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- CDP. (2022). *Penilaian risiko dan kerentanan iklim*. Diakses dari https://cdn.cdp.net/cdp-production/comfy/cms/files/files/000/006/114/original/Bahasa_CDP_Resourcepack.pdf
- Chalchisa, S. S. T., & Sani, S. (2016). Farmers' perception, impact and adaptation strategies to climate change among smallholder farmers in sub-Saharan Africa: A systematic review. *Journal of Resources Development and Management*, 26(1), 32-39.
- Challinor, A. J., Müller, C., Asseng, S., Deva, C., Nicklin, K. J., Wallach, D., ... & Koehler, A. K. (2018). Improving the use of crop models for risk assessment and climate change adaptation. *Agricultural systems*, 159, 296-306.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2016). Buku Pintar: Perubahan Iklim dan Perjanjian Paris *Perubahan Iklim, Perjanjian Paris, dan Nationally Determined Contribution*. Jakarta.
- Lee, J. S., & Choi, H. I. (2018). Comparison of flood vulnerability assessments to climate change by construction frameworks for a composite indicator. *Sustainability*, 10(3), 768. <https://doi.org/10.3390/su10030768>
- Media Indonesia. 2018. "Perubahan iklim jadi tantangan sektor pertanian". <https://mediaindonesia.com/ekonomi/202437/perubahan-iklim-jadi-tantangan-sektor-pertanian>.
- Nganji, M. U., & Simanjuntak, B. H. (2020). Penentuan Pola Tanam Tanaman Pangan Berdasarkan Neraca Keseimbangan Air di Kecamatan Umbu Ratu Nggay Barat, Kabupaten Sumba Tengah, Provinsi Nusa Tenggara Timur. *J. Ilm. Teknol. Pertan. Agrotechno.*, 5.
- Permana, Y. I., Wicaksono, K. P., & Tyasmoro, S. Y. (2017). *Pengaruh Arah Guludan Terhadap Intercropping Tanaman Apel (Malus sylvestris L.) Pada Pertumbuhan Berbagai Tanaman Hortikultura* (Doctoral dissertation, Brawijaya University).
- Perum Jasa Tirta I. (2014). *Roadmap Pengelolaan Sedimentasi di Daerah Aliran Sungai Brantas 2015-2019*. Surabaya.
- Pratiwi, A. H. (2014). *KAJIAN STRATEGI ADAPTASI PETANI APEL TERHADAP VARIABILITAS CURAH HUJAN DAN SUHU DI KOTA BATU, PROVINSI JAWA TIMUR* (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- Ruminta, R., & Nurmala, T. (2016). Dampak perubahan pola curah hujan terhadap tanaman pangan lahan tadah hujan di Jawa Barat. *Agrin*, 20(2).
- Samidjo, J., & Suharso, Y. (2017). Memahami pemanasan global dan perubahan iklim. *Online Journal of Ivet University*, 24(2), 36-46.
- Satya, G., Andriawan, A. H., Ridho'i, A., & Seputro, H. (2014). Intensitas curah hujan memicu tanah longsor dangkal di Desa Wonodadi Kulon. *JPM17: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(01).

- Setiawan, Afriandi. (2019). Kajian Potensi Dampak Perubahan Iklim pada Rantai Nilai Apel dan Strategi Adaptasinya. Master thesis, Universitas Brawijaya. Diakses dari <http://repository.ub.ac.id/id/eprint/193264/1/AFRIANDI%20SETIAWAN.pdf>
- Zuhroh, M. U., & Agustin, D. (2017). Respon Pertumbuhan & Hasil Tanaman Kacang (*Vigna sinensis* L.) terhadap Jarak Tanam dan Sistem Tumpang Sari. *Agrotechbiz: Jurnal Ilmiah Pertanian*, 4(1).