

AIR TERKELOLA, PANEN TERJAGA: ADAPTASI PETANI DI LAHAN KARST DALAM MENGHADAPI PERUBAHAN IKLIM

Isna Maulida Ahmad^{1*}

¹ Program Studi Magister Antropologi, Fakultas Ilmu Budaya, Universitas Gadjah Mada, Bulaksumur Yogyakarta 55281, Indonesia

*Corresponding author: isnamaulidaahmad@mail.ugm.ac.id

Abstract Perubahan iklim telah mengakibatkan kerentanan di bidang pertanian, terlebih petani yang berada di lahan karst. Petani dituntut untuk mampu mempertahankan penghidupannya dengan melakukan upaya adaptasi. Tulisan ini bertujuan mengetahui hubungan perubahan iklim dengan sektor pertanian dan kemampuan adaptasi petani di lahan karst terhadap perubahan iklim. Data penelitian ini bersumber dari tinjauan literatur, wawancara, dan observasi. Tinjauan literatur digunakan untuk mengetahui pandangan petani mengenai iklim, sedangkan observasi dan wawancara dilakukan untuk mendapat data lapangan terkait bentuk adaptasi petani. Hasil penelitian menunjukkan bahwa upaya memastikan ketercukupan air pertanian menjadi bentuk adaptasi petani dalam menghadapi perubahan iklim. Ketercukupan air dilakukan dengan melakukan perubahan teknologi serta membentuk organisasi pengairan yang dilaksanakan oleh Perkumpulan Petani Pemakai Air (P3A). Perubahan teknologi dilakukan untuk meningkatkan kapasitas akses terhadap air sehingga dapat mengantisipasi kekeringan saat terjadi kemarau panjang. Organisasi pengairan diperlukan untuk memastikan kesetaraan distribusi akses terhadap air bagi petani. Sejalan dengan itu, tulisan ini memandang bahwa adaptasi kolektif memiliki peran penting untuk membantu meningkatkan kapasitas petani dalam menghadapi perubahan iklim, khususnya pada petani kecil yang memiliki keterbatasan modal, tetapi tetap harus mengamankan sumber penghidupannya.

Keyword:

Perubahan iklim, adaptasi, pertanian, P3A, air

Article Info

Received : 08 Mar 2024

Accepted : 22 Apr 2024

Published : 13 Jun 2024

1. Pendahuluan

Perubahan iklim telah mengakibatkan kerentanan pada sektor pertanian sebagai sumber produksi pangan (Meybeck et al., 2012). Petani menghadapi permasalahan gagal panen sebagai dampak dari penurunan produktivitas pertanian karena perubahan iklim (Novia & Zulkifli, 2021). Petani di lahan kering karst, misalnya di Kabupaten Gunungkidul, mengalami kegagalan panen seluas 400 hektar yang tersebar di 10 kecamatan sebanyak 2.000 ton padi (Pertana, 2019). Tari (2020) menemukan bahwa musim hujan yang tidak maksimal dan serangan hama wereng coklat menjadi penyebab penurunan panen padi yang cukup signifikan. Tahun 2022, beberapa dusun dan desa di kabupaten ini mengalami kekeringan akibat layanan pengairan yang belum

menjangkau seluruh wilayah, sehingga terancam gagal panen karena padi tidak mendapat pengairan yang cukup (Kurniawan, 2023). Kondisi lingkungan yang tidak stabil menuntut petani untuk mampu melakukan adaptasi (Darnhofer et al., 2010).

Studi hubungan antara perubahan iklim dan adaptasi pertanian telah banyak dilakukan. Penelitian Gebrehiwot & Van Der Veen (2013) mengungkapkan bahwa petani di Kabupaten Hulu Sungai Tengah beradaptasi dengan memilih varietas yang tahan terhadap kekeringan. Petani juga mengembangkan jaringan sosial untuk membentuk tindakan kolektif mitigasi perubahan iklim (Esham & Garforth, 2013). Adaptasi air pertanian terhadap perubahan iklim terdapat pada artikel Mo et al. (2017), petani mengurangi penggunaan air pertanian dan membatasi luas lahan tanaman gandum di musim hujan. Petani juga membuat fasilitas penyimpanan air di sekitar aliran sungai sebagai area resapan air sekaligus sumber air irigasi tambahan, melakukan transfer air dari satu sungai ke sungai lain, dan mengubah waktu tanam, jarak, serta manajemen produksi pertanian (Pathak et al., 2014). Namun, penelitian mengenai adaptasi air pertanian dalam konteks perubahan iklim masih sangat terbatas. Literature yang ada belum menunjukkan perubahan pengaturan produksi pertanian serta pihak-pihak yang berperan di dalamnya. Hal ini menjadi penting untuk dikaji karena ketersediaan air merupakan faktor terpenting dalam pertanian, terlebih pada lahan karst yang bersifat kering.

Tulisan ini merupakan respons atas keterbatasan studi sebelumnya dengan secara khusus menunjukkan dimensi subjektif petani di lahan karst dalam melakukan adaptasi terhadap perubahan iklim. Selain mengidentifikasi adaptasi petani, tulisan ini juga menunjukkan strategi petani dalam mengelola dan merawat ketahanan air pertanian. Upaya adaptasi dan strategi pengelolaan air penting dilakukan petani di tengah ancaman kerentanan akibat perubahan iklim. Adaptasi menunjukkan bahwa manusia mengembangkan kebudayaan untuk menjawab permasalahan lingkungan (Steward, 2014). Oleh karenanya, tulisan ini bertujuan untuk mengungkapkan adaptasi pengelolaan air pertanian dalam menghadapi perubahan iklim, khususnya di lahan karst. Upaya adaptasi yang dilakukan petani di lahan karst ini dapat menjadi salah satu rujukan bagi pertanian yang memiliki permasalahan serupa dalam mempertahankan usaha tani di tengah ancaman perubahan iklim.

Tulisan ini didasarkan pada argumen bahwa meski petani di lahan karst mengalami kerentanan air akibat perubahan iklim, mereka dapat mengembangkan kapasitas adaptif untuk bertahan. Artinya petani memiliki tekad untuk menstabilkan kehidupannya agar mampu bertahan dengan melakukan langkah-langkah adaptasi. Kemampuan adaptasi memerlukan inisiatif lokal sebagai elemen penting dalam menentukan ketangguhan masyarakat (Shafie, et al., 2017). Inisiatif lokal tersebut membangun kemampuan kolektif untuk mengelola dan menentukan keberhasilan ketahanan petani (Walker et al., 2004). Adaptasi membantu petani mencapai tujuan ketahanan pangan, pendapatan, dan mata pencaharian di tengah kondisi iklim yang tidak menentu (Ajani et al., 2013). Dengan demikian, perubahan iklim di lahan karst seperti Kabupaten Gunungkidul menuntut suatu adaptasi yang mendukung ketahanan air pertanian untuk bertahan atas ancaman kekeringan.

2. Metode

2.1. Model Penelitian

Penelitian tentang adaptasi pengelolaan air pertanian terhadap perubahan iklim didasarkan pada kerja lapangan (*fieldwork*) untuk mendapatkan data kualitatif. Data dipilih berdasarkan tema yang menjadi fokus penelitian, yaitu kapasitas adaptif petani, khususnya dalam pengelolaan air pertanian. Aspek yang dilihat dalam tulisan ini mencakup pengetahuan iklim, pengelolaan air, penggunaan teknologi air, mekanisme penggunaan air, dan kendala dalam

beradaptasi terhadap perubahan iklim. Data kualitatif diperoleh dengan menangkap sudut pandang emik petani dan menekankan pengalaman petani, khususnya melalui kasus-kasus yang merefleksikan keberhasilan maupun kesulitan dalam melakukan adaptasi. Dengan demikian, akan diperoleh hasil yang sesuai dengan tema dan tujuan penelitian.

2.2. Tempat dan Waktu

Lokasi yang dipilih berada Desa Karangrejek, Kecamatan Wonosari, Kabupaten Gunungkidul, karena petani di sana telah mengembangkan pengelolaan air secara terorganisir. Kapasitas pengelolaan air tidak hanya dilakukan di tingkat rumah tangga, tetapi juga mengairi area persawahan. Terdapat partisipasi kerja sama yang melibatkan petani dalam merespons perubahan iklim yang berpengaruh terhadap mata pencaharian mereka sebagai petani. Fakta di Kabupaten Gunungkidul menemukan organisasi tani di Desa Karangrejek yang dapat mempertahankan luas panen seluas 250 hektar (Hartanto, 2020) dan bahkan pada tahun 2022, Desa Karangrejek diproyeksikan sebagai desa hortikultur (Pratiwi, 2022). Oleh karena itu, Desa Karangrejek dianggap tepat menjadi lokasi penelitian karena sesuai dengan tema adaptasi di lahan kering karst terhadap perubahan iklim. Penelitian ini dilakukan pada bulan Oktober 2023.

2.3. Partisipan dalam Studi

Partisipan penelitian dibedakan menjadi dua, yaitu individu dan kelompok. Partisipan individu merupakan petani yang tergabung menjadi bagian dari komunitas tani. Setelah mengeksplorasi data, terdapat tiga organisasi yang berperan dalam pengelolaan air dan pertanian di Desa Karangrejek, yaitu Gapoktan (Gabungan Kelompok Tani), P3A (Petani Pemakai Air), dan BumKal (Badan Usaha Milik Kalurahan). P3A menjadi fokus tulisan ini karena organisasi tersebut merupakan pihak yang mengurus masalah pengairan pertanian di Desa Karangrejek. Selain itu, penelitian ini juga menjangkau petani yang melakukan pengelolaan air secara individu dan petani yang tergabung dalam P3A dalam upaya melakukan pengelolaan air secara kolektif.

2.4. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

Penelitian ini menggunakan data kualitatif yang diperoleh melalui kajian literatur, observasi, dan wawancara. Kajian literatur digunakan untuk memperoleh pengetahuan terkait petani, perubahan iklim, dan adaptasi pertanian dari peneliti lain. Kemudian dilakukan observasi untuk melihat secara langsung aspek lingkungan dan aktivitas pertanian di Karangrejek. Hal ini meliputi jenis tanaman, kondisi tanaman, dan melihat perilaku apa saja yang dilakukan oleh petani dalam pengelolaan air. Guna mengonfirmasi hasil observasi, dilakukan wawancara dalam bentuk terstruktur dan tidak terstruktur. Pertanyaan tidak terstruktur ditujukan kepada beberapa petani yang ditemui saat di lapangan, sedangkan selebihnya menggunakan pertanyaan terstruktur. Data dianalisis dengan melakukan penyajian data dari lapangan, kemudian data tersebut akan direduksi sesuai dengan tema penelitian. Tahap terakhir adalah menyajikan data dalam bentuk pembahasan. Analisis data dilakukan dengan cara mengelompokkan data dalam beberapa kelompok. Kemudian peneliti melakukan analisis dan interpretasi secara menyeluruh terhadap data yang telah dikumpulkan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengetahuan Lokal Iklim

Dalam konteks lokal, petani di berbagai tempat tidak mengenal istilah iklim. Dalam Larastiti (2022), petani di Jawa menggunakan kata "*usum*" atau "*mangsa*" (musim) dan "*hawa*" (udara,

cuaca) untuk mengetahui kondisi cuaca di daerahnya. Usum merujuk pada “*usum udan*” (musim hujan) dan *mangsa ketiga* (musim kemarau). Jika pohon mangga sedang banyak berbuah, mereka menyebutnya sebagai *usum pelem* atau musim mangga berbuah. Cuaca dalam orang Jawa mirip dengan udara (*hawa*). Cuaca dingin disebut *hawane adem*, sedangkan cuaca panas dikatakan *hawane panas*. Hal ini bukan berarti petani tidak mengetahui tentang iklim beserta dinamika perubahan yang menyertainya, tetapi petani memiliki pengetahuan dan pandangan lokal terhadap kondisi lingkungannya yang berbeda dengan karya-karya akademisi (Larastiti, 2022).

Pandangan lokal petani Jawa untuk mengetahui iklim tertuang dalam perangkat pengetahuan yang bernama *pranata mangsa* atau *titen mangsa*. *Pranata mangsa* berasal dari watak masyarakat Jawa dalam menerapkan prinsip *cocog*, yang berarti masyarakat Jawa menandai gejala yang berulang dan mencoba menghubungkannya dengan gejala yang lain. Hasil dari pengamatan dan pengalaman berinteraksi dengan alam secara turun-temurun kemudian membuat mereka dapat mengenali pola, keteraturan, dan ciri dari fenomena alam. Pengetahuan ini juga disebut sebagai *ngelmu titen*. Mereka memiliki patokan-patokan dalam menandai gejala-gejala di alam. Pengetahuan ini tidak sama dengan pengetahuan ilmuwan yang tercatat dan berbentuk. *Ngelmu titen* seringkali disebarkan melalui cerita-cerita orang tua atau melalui tradisi lisan yang menjadi pedoman dalam melakukan produksi pertanian (Larastiti, 2022).

Produksi pengetahuan yang bersumber dari menandai gejala-gejala alam kemudian distrukturkan dalam bentuk kalender tahunan. Kalender ini bukan merujuk pada bulan masehi atau hijriah, melainkan berdasarkan fenomena alam, seperti musim penghujan, kemarau, musim berbunga, letak bintang, dan pengaruh bulan purnama (Fidiyani & Kamal, 2012). Pengetahuan tersebut sudah ada sejak ribuan tahun lalu dan banyak ditemukan pada masyarakat Jawa yang kemudian dibakukan oleh Sri Susuhunan Pakubuwono VII di Surakarta pada 1855 (Retnowati et al., 2014). Tujuan pembakuan tersebut tidak terlepas dari kepentingan kerajaan-kerajaan di Jawa untuk memastikan produksi pertanian selalu meningkat (Larastiti, 2022). Selain itu, *pranata mangsa* dianggap mampu mengurangi risiko dan mencegah biaya produksi pertanian yang tinggi (Fidiyani & Kamal, 2012). Pengetahuan ini banyak ditemukan dan sangat dipercaya khususnya oleh petani di sekitar Gunung Merapi dan Gunung Merbabu di Jawa Tengah (Fidiyani & Kamal, 2012).

Pranata mangsa terdiri dari 12 *mangsa* (musim) dengan lama waktu 23-24 hari, yang kemudian diklasifikasikan menjadi empat musim umum. Empat musim tersebut yaitu kemarau selama 88 hari, *labuh* (musim peralihan pertama) sekitar 95 hari, musim hujan selama 94-95 hari, dan *musim mareng* (musim peralihan kedua) sekitar 88 hari. Biasanya, tanggal 22 juni dipilih sebagai hari pertama dalam kalender *pranata mangsa* karena menjadi hari pertama bergesernya kedudukan matahari dari garis balik utara ke garis balik selatan (Fidiyani & Kamal, 2012). Pengetahuan ini digunakan untuk memperkirakan permulaan serta akhir dari musim hujan dan kemarau. Petani dapat mengetahui perpindahan *mangsa* dengan melihat rasi bintang. Selain itu, masyarakat menandai perubahan musim dengan melihat perubahan lingkungan dari hewan maupun tumbuhan. Saat memasuki musim hujan, mulai muncul tunas gadung yang bermakna kelembaban udara sedang meningkat, sedangkan musim kemarau ditandai dengan munculnya pohon kapuk atau suara kumbang kelapa (*kwanwung*) untuk menunjukkan penurunan kelembaban (Retnowati et al., 2014).

Pengetahuan lokal iklim dengan menandai fenomena-fenomena alam ternyata tidak hanya terjadi di masyarakat Jawa. Petani di daerah Bikita, Zimbabwe mengenal musim juga dengan menggunakan tanda-tanda alam, seperti pohon, serangga, astronomi, dan teknik lainnya. Petani menandai perubahan-perubahan yang terjadi pada pohon. Kondisi pohon dapat mengalami gugur daun, tumbuh daun baru, berbunga, dan berbuah lebat. Tanda tersebut dianggap penting

dalam memperkirakan kualitas musim serta memprediksi kedatangan masa hujan dan kemarau. Serangga juga berperan dalam menunjukkan prediksi cuaca jangka pendek dan panjang. Terdapat serangga musiman yang bisa datang dan pergi. Keberadaan serangga digunakan untuk mengambil keputusan dalam memperoleh informasi cuaca. Sedangkan pengetahuan bintang kurang populer di kalangan generasi petani muda, hanya petani usia tua yang dapat memahami perkiraan musim dari astronomi. Strategi lain yang digunakan oleh petani di Bikita, Zimbabwe untuk mengenali iklim dilakukan melalui upacara pembuatan hujan yang disebut *mukweverera* (Mafongoya et al., 2021).

Petani di Malaysia melihat kondisi cuaca dengan mengamati warna langit, suhu, bulan, pohon, dan migrasi hewan. Langit senja berwarna kemerahan dianggap sebagai pertanda cuaca bagus di esok hari. Kondisi seperti ini dianggap ideal untuk panen. Suku Sa'ban di Malaysia mengamati pergerakan bulan sebagai tanda penaburan benih. Pada malam bulan Agustus atau bulan seperempat pertama menandakan waktu yang tepat untuk menanam benih. Suku Penan mengamati iklim dengan menandai muncul atau tidaknya buah-buahan serta babi sebagai medium perkiraan musim yang akan datang. Babi biasa bermigrasi pada bulan Juni dan Juli yang berarti musim buah akan segera tiba. Pohon hutan yang mulai berbuah berarti awal musim hujan telah tiba, sedangkan saat pohon tidak berbuah lagi berarti musim kemarau akan datang (Hosen et al., 2020).

Berbagai pengetahuan lokal ini menunjukkan bahwa petani memiliki pengetahuan yang kompleks mengenai cuaca dan iklim sebagai modal penting dalam melakukan adaptasi terhadap variasi alam. Petani mengetahui variasi cuaca, seperti berkurangnya curah hujan, semakin panasnya suhu udara, dan musim kering terjadi lebih lama. Petani juga mengetahui apa yang harus dilakukan untuk mengatasi dampak dari variasi iklim tersebut (Larastiti, 2022). Lantas bagaimana petani memandang perubahan iklim yang sering disuarakan oleh para aktivis lingkungan, akademisi, serta pejabat pemerintah? Dan bagaimana eksistensi dari pengetahuan lokal saat disandingkan dengan perubahan iklim?

Seperti yang telah disebutkan bahwa petani tidak mengenal konsep perubahan iklim. Mereka mempunyai istilah lokal untuk memahami gejala yang terjadi di lingkungannya. Meski petani tidak mengenal konsep tersebut, petani mampu merasakan perubahan-perubahan yang terjadi. Mereka mengatakan suhu dirasa semakin meningkat secara signifikan, sehingga membuat serangga dan jamur pada pertanian kentang semakin meningkat (Hosen et al., 2020; Boillat & Berkes, 2013). Kekeringan akibat peningkatan suhu membuat sungai mengering dan tidak ada aliran air yang masuk ke lahan (Boillat & Berkes, 2013). Selain itu, suhu tinggi juga mengakibatkan peningkatan polusi udara, penggunaan pestisida, dan kehilangan kesuburan tanah. Mereka mengalami penurunan embun beku yang mengakibatkan kentang menjadi kering. Suku Lun Bawang di Malaysia mengatakan bahwa mereka tidak lagi merasakan kabut pagi, yang berarti suhu tidak lagi sejuk. Kabut dianggap penting untuk menghidupkan kebun dan ladang serta membuat aktivitas pagi lebih menyenangkan (Hosen et al., 2020).

Suku Lun Bawang telah meninggalkan peramalan cuaca yang menggunakan tanda sejak 10 hingga 15 tahun terakhir karena kondisi perubahan iklim. Kalender tanam tidak bisa lagi diandalkan karena pergeseran curah hujan dan suhu (Hosen et al., 2020). Perubahan iklim membuat prediksi iklim secara tradisional menjadi kurang tepat karena beberapa tanda hilang (Fidiyani & Kamal, 2012). Petani di Zimbabwe kesulitan memahami fenomena yang terjadi pada keberadaan burung penanda iklim. Burung-burung tersebut mulai menghilang dan beberapa burung yang lain tidak menghasilkan suara (Mafongoya et al., 2021). Petani di Gunungkidul mulai mempertanyakan efektivitas *pranata mangsa*, tetapi tetap menghargai pengetahuan tersebut sebagai identitas budaya masyarakat petani (Retnowati et al., 2014). Belum lagi, petani muda

kesulitan dalam mempertahankan pengetahuan *pranata mangsa* karena hanya mewarisi pengetahuan dari orang tua tanpa ada catatan yang menjadi panduan (Retnowati et al., 2014). Pengetahuan yang berasal dari benda langit juga dianggap lebih rumit, sehingga hanya mampu dipahami oleh orang-orang tua dan tidak populer di kalangan petani muda (Mafongoya et al., 2021). *Pranata mangsa* di Indonesia mulai ditinggalkan dan terabaikan sejak program swasembada pangan dan revolusi hijau tahun 1970-an. Program ini mendorong penggunaan mesin, bibit, dan pupuk secara besar-besaran untuk menggenjot produksi pertanian tanpa memperhatikan dampak terhadap alam, sehingga lingkungan menjadi tidak stabil (Retnowati et al., 2014).

Bagaimana petani memahami penyebab perubahan yang terjadi? Pemahaman mereka tidak didasarkan atas pengetahuan penyebab perubahan iklim secara global, tetapi mengaitkannya dalam konteks hubungan lokal yang tidak lepas dari kondisi sosial budaya. Petani di Bolivia, Amerika Selatan, memandang perubahan iklim terkait dengan perubahan sosial dan lingkungan. Petani mengaitkan perubahan iklim dengan perilaku moral dan spiritual. Manusia dianggap telah melanggar nilai-nilai dalam masyarakat, sehingga membuat Sang Pencipta marah. Beberapa petani juga menganggapnya sebagai sebuah siklus. Perubahan iklim bukan fenomena baru yang belum pernah terjadi sebelumnya, melainkan dianggap sebagai siklus selama ribuan tahun yang kembali mereka alami saat ini. Mereka menganggap fenomena ini telah terjadi di zaman kuno dan mengaitkan dengan mitos di zaman dahulu. Hal ini berarti bahwa petani mencari petunjuk tentang apa yang terjadi dalam perubahan iklim melalui ingatan sosial kolektif (Boillat & Berkes, 2013). Petani yang lain menganggap bahwa perubahan iklim merupakan reaksi alam atas perilaku manusia. Terdapat hubungan sebab akibat yang kompleks. Perubahan iklim dianggap sebagai hukuman Tuhan atas perilaku manusia yang tidak pantas. Bukan hanya Tuhan, melainkan unsur-unsur alam dapat dengan sendirinya marah terhadap manusia. Hubungan ini disebut juga sebagai intensitas ekstra-manusia.

Pemahaman lokal tentang perubahan iklim berkembang karena petani menghubungkan pengetahuan tradisional dengan kepercayaan yang berorientasi pada mata pencaharian. Pemahaman ini menghubungkan nilai-nilai sosial dengan spiritual yang membantu menangani dan mengatasi interaksi kompleks antara perubahan iklim, ekologi, sosial, ekonomi, dan politik. Meski pemahaman lokal berbeda dengan pengetahuan ilmuwan iklim, petani tidak cukup puas dengan penjelasan ilmuwan. Mereka merasa lebih mudah memahami iklim dengan menghubungkannya dengan konteks lokal (Boillat & Berkes, 2013).

3.2. Perubahan Iklim, Perubahan Teknologi

Wilayah Gunungkidul dikenal dengan lahan tandus karena berisi batuan karst. Jenis batuan karst menurut Prihatanto et al., (2022) sebenarnya menyimpan banyak aliran air di bawah permukaan batuan. Air yang mengalir di bawah tanah lebih dominan dibanding aliran permukaan tanah. Air hujan tidak dapat bertahan di permukaan, sehingga langsung terserap masuk ke dalam jaringan sungai bawah tanah melalui ponor.¹ Sifat lahan karst tersebut mengakibatkan beberapa wilayah pertanian rentan mengalami kekeringan karena tidak mampu mengakses air bawah tanah (Karunia et.al, 2012). Petani di Desa Karangrejek mengetahui kondisi alam tersebut dengan menyebutnya “ada sungai di dalam tanah”.

¹ Ponor merupakan lubang atau bukaan pada dasar atau sisi sebuah cekungan yang menjadi tempat masuknya air (sebagian atau seluruhnya) dari sungai permukaan atau danau ke dalam sistem air tanah karst (Field, M.S. 1999. A Lexicon of Cave and Karst Terminology with Special Reference to Environmental Karst Hydrology. Washington DC: US Environmental Protection Agency).

“Iya di sini sumber air besar beda dengan yang lain. Pernah sumur disedot seharian airnya enggak surut. Kalau dulu Gunungkidul terkenal jarang air, sekarang melimpah. Tapi wilayah ujung - ujung Gunungkidul masih kesulitan air. Karangrejek sudah tidak ngedrop tangki, airnya sudah merata” (Wawancara dengan Mbah Supoyo, 2023).

Dalam konteks ini, Mbah Supoyo menyebut sumur sebagai teknologi yang bisa digunakan untuk pemerataan air di Desa Karangrejek, tertuang dalam kalimat “air sudah merata”. Sumur sebagai sumber air dalam irigasi merupakan teknologi penting untuk memastikan dan meningkatkan produksi pertanian yang signifikan dalam menggunakan sumber daya air. Petani di Desa Karangrejek konsisten dalam menggunakan sumur meski dengan berbagai bentuk perubahannya. Sumur menunjukkan bahwa petani memanfaatkan sistem irigasi air tanah, bukan menggunakan air permukaan. Irigasi berbasis air tanah menjadi semakin penting seiring dengan terjadinya perubahan iklim. Kemarau yang berkepanjangan dan kondisi lahan kering memerlukan sumur sebagai teknologi yang tepat dalam mekanisme distribusi air di Desa Karangrejek.

Dalam konteks ini, teknologi sering didefinisikan sebagai cara rasional dan efektif yang digunakan manusia dalam mengontrol alam. Manusia memiliki kapasitas untuk memilih menggunakan teknologi yang sesuai dengan masalah sosial. Keberadaan teknologi merupakan hasil dari interaksi sosial budaya yang mencerminkan nilai-nilai dan pandangan dari masyarakat. Teknologi kemudian memiliki peran penting dalam membentuk cara manusia berinteraksi dengan alam serta sesama manusia. Penggunaan teknologi memunculkan kekuatan otonom yang mengharuskan organisasi membentuk norma-norma dalam mengatur penggunaan teknologi secara efisien dan menguntungkan. Dengan demikian, teknologi tidak hanya dilihat dari aspek wujudnya sebagai sebuah benda atau alat, tetapi menjadi lebih kompleks sebagai sebuah sistem yang mempengaruhi perilaku sosial (Pfaffenberger, 1988). Teknologi sumur bukan hanya dilihat sebagai wujud benda, melainkan juga bagian dari sistem perilaku sosial manusia yang memunculkan otonomi baru dalam mengatur hak akses terhadap air.

Penggunaan sumur telah dilakukan sejak sebelum tahun 1980-an. Awalnya petani menggunakan sumur ladang milik individu. Pembuatan sumur ini dengan cara digali (sumur gali) dan air diangkut dengan cara *nimbo*.² Kemudian air diangkut untuk dialirkan ke sawah. Setelah tahun 1980-an, dibuat sumur bor. Pengangkutan air dilakukan dengan menggunakan mesin diesel besar. Kedalaman sumur mencapai 40-45 meter dengan modal pembuatan sumur 15 juta. Air dikumpulkan ke *blumbung* (tempat penampungan air) kemudian dialirkan ke lahan sawah. Sumur diesel tersedia secara menyebar untuk meningkatkan pasokan air setiap kali dibutuhkan. Teknologi sumur diesel masih digunakan hingga saat ini. Kemudian teknologi sumur terbaru ialah muncul sumur bor kecil-kecil menggunakan listrik. Petani di Karangrejek menyebutnya sebagai sumur sibel. Meski sudah ada sumur sibel, sumur bor diesel masih digunakan dan berada di bawah pengelolaan organisasi lokal. Beberapa petani bermodal seperti Mbah Supoyo memilih untuk membuat sumur-sumur bor sibel yang lebih kecil. Sumur ini menggunakan listrik dan dikatakan lebih hemat karena mampu mengairi setengah hektar lahan dalam rentang waktu setengah hari.

Produktivitas tanaman juga disesuaikan dengan kapasitas teknik pengairan. Saat masih menggunakan sumur ladang, petani hanya mampu mengelola lahan menjadi tanaman padi. Air tanah di lahan karst memerlukan pengeboran yang lebih dalam dibandingkan dengan lahan pada umumnya supaya air tidak surut saat musim kering. Di lain sisi, semakin dalam sumur maka

² Kegiatan mengangkat air dalam ember dari dalam sumur menggunakan tenaga manusia.

semakin banyak tenaga yang harus dikeluarkan untuk *nimba*. Oleh karenanya, petani hanya mampu melakukan pengairan lahan padi. Beberapa petani juga rawan mengalami kegagalan panen saat musim kemarau semakin lama dan hujan tidak kunjung datang. Air sumur ladang tidak mampu menjangkau sumber air yang lebih dalam, sehingga air tidak muncul di permukaan sumur. Selain itu, sumur ladang membutuhkan tenaga yang lebih besar untuk mengangkat air, sedangkan petani rata-rata berusia tua. Dengan demikian, keterbatasan tenaga dan keterbatasan teknologi dalam mengakses air membuat petani di Desa Karangrejek hanya mampu mengelola lahan untuk menanam padi.

Perubahan sumur ladang menjadi sumur bor menunjukkan bahwa petani berupaya beradaptasi terhadap ketidakpastian lingkungan. Sumur bor mampu mencapai kedalaman tanah hingga 40-45 meter untuk memastikan ketersediaan air cukup meski terjadi kemarau panjang. Perubahan teknologi juga telah memperluas produktivitas tanaman. Petani mulai mendiversifikasi tanaman dengan menanam bawang merah. Air dapat terangkat menggunakan mesin diesel berbahan bakar solar. Petani tidak lagi membutuhkan tenaga manusia untuk mengangkat air. Air yang naik ke permukaan kemudian dialirkan ke lahan-lahan petani melalui saluran irigasi pinggir sawah. Selain itu, diversifikasi tanaman melalui tanaman bawang merah juga merupakan salah satu bentuk adaptasi komoditas pertanian dalam merespons perubahan iklim. Bawang merah merupakan varietas tahan kering yang tidak terlalu banyak membutuhkan air. Selain itu, petani menanam bawang merah juga untuk memenuhi kebutuhan pasar yang cukup menguntungkan. Sedangkan sumur sibel memiliki kapasitas pengangkutan air yang lebih terbatas. Sumur sibel menggunakan listrik dan tidak mampu mengairi lahan dalam skala besar, hanya cukup untuk tanaman hortikultura. Oleh karenanya, beberapa petani yang memiliki sumur sibel tetap membutuhkan pengairan dari sumur bor untuk kebutuhan air yang lebih besar seperti pada tanaman padi. Dengan demikian, penggunaan sumur bor dan sibel telah memperluas produksi pertanian karena mengadopsi teknologi yang mampu menunjang kegiatan produksi tersebut.

Perubahan teknologi juga telah membantu petani dalam mengelola ladang dengan lebih adaptif terhadap perubahan iklim. Perubahan teknologi mampu menjembatani petani yang sebelumnya tidak memiliki akses ke sumber daya air. Banyak petani sekarang memilih untuk menyiapkan dan menanam ladang dalam waktu yang lebih singkat. Petani berusaha menanam dan memanen sesegera mungkin dalam satu musim tanam. Petani menanam padi lebih awal supaya mendapat harga yang lebih tinggi karena diikuti dengan panen lebih awal. Hal ini karena kemungkinan panen dapat dilakukan sebelum musim hujan atau panas. Jika hujan datang lebih awal sebelum panen, maka butir-butir padi hanya akan tumbuh di batang dan tidak bisa dijual karena menjadi biji-biji basah yang sulit dipanen dan dikeringkan.

Sejalan dengan konsep ekologi budaya Steward (1968) bahwa manusia membutuhkan teknologi untuk beradaptasi. Penggunaan teknologi memerlukan organisasi kerja dalam bentuk pengaturan sosial. Oleh karenanya, teknologi dan organisasi kerja menjadi inti kebudayaan dalam ekologi budaya Steward. Inti budaya inilah yang menentukan corak adaptasi kebudayaan terhadap lingkungannya (Ahimsa-Putra, 2008). Perubahan teknologi sumur yang terjadi pada petani di Desa Karangrejek menunjukkan bahwa petani sangat membutuhkan teknologi untuk mengatasi perubahan iklim. Penggunaan teknologi juga telah menentukan pola sosial dalam suatu lingkungan (Steward, 2014). Bagaimanakah bentuk kehidupan sosial yang muncul atas perubahan teknologi sebagai upaya adaptasi terhadap perubahan iklim?

3.3. Adaptasi Kolektif

Selain berdampak pada perubahan produktivitas pertanian, perubahan teknologi juga telah membawa perubahan pada pola aktivitas manusia dalam institusi pertanian. Dalam hal ini teknologi dianggap sebagai agen yang menentukan pola kehidupan sosial dan budaya manusia (Pfaffenberger, 1988). Dalam bahasa Latour (2005) sumur sebagai teknologi penyediaan air tidak dilihat sebagai benda pasif (actant), tetapi merupakan bentuk dari sistem perilaku sosial manusia yang menentukan hak-hak petani dalam pemberian air. Sumur menjadi bentuk dari aktan yang saling berinteraksi hingga memunculkan peran-peran sosial. Sumur memiliki sifat keagenan yang berinteraksi dengan manusia dalam kerangka kerja jaringan pertanian. Sumur sebagai aktan mampu memunculkan bentuk-bentuk adaptasi kolektif. Perubahan sumur mampu membentuk, mengontrol, dan mempengaruhi kehidupan (Latour, 2005). Sumur telah memodifikasi keadaan kehidupan sosial yang mengharuskan manusia untuk berorganisasi. Dengan demikian, teknologi dilihat sebagai agen di luar diri manusia yang memiliki peran signifikan dalam membentuk perilaku sosial manusia (Latour & Venn, 2002). Manusia pada akhirnya sangat bergantung pada teknologi untuk menyelesaikan permasalahan pengairan pertanian sebagai bentuk dari adaptasi kolektif.

Adaptasi memerlukan kemampuan kolektif untuk mengelola ketangguhan dalam menghadapi perubahan iklim (Walker et al., 2004). Kapasitas adaptasi kolektif di Desa Karangrejek merujuk pada organisasi petani. Kelangkaan air di lahan karst justru membentuk kerja sama yang didasarkan pada hubungan yang telah ada sebelumnya melalui kepercayaan dalam modal sosial. Pengelolaan air pertanian dilakukan oleh Perkumpulan Petani Pemakai Air (P3A). P3A merupakan kelembagaan pengelola irigasi yang menjadi wadah pemakai air dalam suatu daerah yang dibentuk secara demokratis oleh petani pemakai air (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 33 Tahun 2007). Anggota serta pengelola organisasi merupakan petani di Desa Karangrejek.

Petani di Karangrejek menggunakan sumur bor untuk mengangkat air tanah sebagai sumber daya utama dalam melakukan pengairan. Sumur bor merupakan bantuan dari Dinas Pertanian yang kemudian perawatannya diserahkan kepada P3A. Sumur dibangun untuk mengebor sumber-sumber air di bawah tanah. Pembangunan sumur memerlukan upaya kolektif untuk membangun, merawat, dan melindungi fasilitas air guna mencegah kekeliruan distribusi air selama periode kekeringan (Pasternak, 1968). Terdapat 7 kelompok organisasi P3A yang dibentuk berdasarkan asal sumber air. Kelompok ini terus mengalami rotasi anggota karena terkadang terdapat seorang petani yang memiliki ladang di beberapa tempat, sehingga ia bercabang ikut keanggotaan P3A di tempat lain.

P3A sebagai bentuk dari organisasi tani merupakan bagian dari elemen masyarakat yang pertama kali melihat perubahan pola cuaca ekstrim (Shafie, et al., 2017). Pengelola irigasi saling bekerjasama untuk mengatasi ketidakpastian ketersediaan air, terlebih pada lahan karst. Pengelolaan sumber daya air di bawah organisasi kolektif P3A menunjukkan bahwa air memiliki makna sosial. Air yang dikelola oleh P3A telah menghubungkan antar elemen pertanian. Terdapat keterhubungan antara petani pemakai air dengan pengelola air. Untuk mendapatkan air bukanlah hal yang mudah terlebih untuk petani yang tidak memiliki modal. Bergabungnya beberapa petani dengan organisasi P3A menunjukkan bahwa terdapat hubungan ketergantungan yang luas dan kompleks untuk bisa mengakses sumber daya. Ketergantungan tersebut membuat petani harus terikat oleh aturan yang dibuat. Konektivitas di dalam P3A menunjukkan terdapat batas-batas kelompok dan komunitas yang ditentukan oleh keterlibatan bersama dengan air (Orlove & Caton, 2010).

Pengelolaan air di tingkat lokal memanfaatkan pengetahuan, aturan, dan norma dengan

melibatkan warga dalam melakukan tata kelola air. P3A mengoperasikan sumur diesel untuk memastikan pembagian yang adil. Pengelolaan ini membutuhkan tenaga kerja, keterampilan, dan kerjasama. Petani mengkoordinasikan jenis tanaman dan jadwal pergantian air. Sistem pengairan dilakukan secara bergilir dengan harga Rp. 80.000. Air ini akan mengalir di saluran irigasi sawah hingga mampu mengairi lebih dari 80 hektar sawah. Pengairan bergilir dilakukan hingga sepuluh hari. Terdapat sistem pendaftaran anggota bagi petani yang ingin mendapatkan pengairan dari P3A. Petani yang resmi menjadi bagian dari P3A akan mendapatkan hak atas manfaat air pertanian. Antara pengurus dan anggota saling menguntungkan. Petani dapat mengairi sawahnya dengan menggunakan mekanisme kolektif, sedangkan hasil pembelian air digunakan untuk operasional pengairan.

Hal ini menunjukkan bahwa air merupakan bagian tak terpisahkan dari institusi pertanian. Akses terhadap air bukanlah masalah yang sederhana karena manusia membutuhkan infrastruktur untuk mampu mengakses air. Organisasi P3A mengambil peran penting dalam menyediakan infrastruktur air untuk kepentingan kolektif. Pengelolaan dan perawatan air melibatkan lembaga yang bertugas menyelesaikan masalah. P3A bertugas untuk memastikan kesetaraan akses terhadap air bagi semua golongan. Tata kelola air dapat sangat penting dalam mengatasi krisis, kelangkaan, ketidakpastian pasokan air, dan fenomena kelaparan akibat kekeringan selama bertahun-tahun (Orlove & Caton, 2010; Birkenholtz, 2009). Terlebih pada tahun 1963 di Kabupaten Gunungkidul sempat mengalami kekurangan pangan akibat kemarau panjang, harga pangan naik, dan kebijakan ekonomi yang merugikan masyarakat kecil. Masyarakat Gunungkidul menyebutnya sebagai 'jaman gaber' (Wahono, 2022). Hal ini memberikan ingatan kolektif serta rasa traumatis terhadap kekurangan pangan. Oleh karena itu, pengelolaan air secara terorganisir yang dilakukan oleh P3A sangat penting dalam menjamin ketersediaan air pertanian.

P3A menjadi bentuk adaptasi kolektif yang mewadahi petani untuk mendapatkan akses adaptif terhadap perubahan iklim. Petani yang tergabung dengan P3A umumnya merupakan petani yang tidak memiliki modal cukup untuk bisa melakukan privatisasi sumber daya air. Berbagi air yang dikelola secara kolektif merupakan bagian dari bentuk pertukaran non pasar sebagai mekanisme untuk mengatasi ketidaksamaan sumber daya. Petani kecil bergabung ke dalam organisasi karena membutuhkan akses serta tidak mampu membeli peralatan dan biaya operasionalnya sendiri. Terlebih jika suatu saat sumur bor yang dimiliki rusak, mereka harus merogoh cukup banyak pengeluaran. Organisasi mengatur praktik pertanian untuk mengatasi hambatan akses ke air tanah termasuk biaya sumur, risiko kegagalan, waktu tunggu, dan biaya listrik. Adaptasi kolektif pengaturan air irigasi justru menumbuhkan kepemilikan bersama atas alat produksi dan membentuk lembaga pengelola yang dilandaskan asas kerja sama (Birkenholtz, 2009).

Beberapa petani yang dahulunya bergabung dengan P3A kemudian memilih untuk mendirikan sumur sendiri. Mereka adalah petani yang memiliki modal cukup untuk melakukan privatisasi sumber daya air. Privatisasi merupakan kepemilikan sumber daya produktif non-manusia yang dimiliki oleh individu pribadi. Kepemilikan individu dilakukan karena merevitalisasi serta memperkenalkan efisiensi kepemilikan. Privatisasi dianggap menguntungkan bagi individu yang bermodal karena mampu meningkatkan peningkatan produktivitas dan pertumbuhan ekonomi (Brada, 1996).

Ya kalau pakai sumur bor listrik ini tinggal beli pulsanya, tidak perlu antri. Terus juga saat saya menyiram lahan saya ini paling beli pulsa listrik Rp 50.000 cukup, kalau pakai irigasi sumur bor itu bayar 80 - 90 ribu/jam. Yang tadinya harus bawa mesin diesel untuk nyiram tanaman, sekarang hanya perlu pencet, tidak repot bawa-pulang diesel. Juga tidak perlu membuat

blumbang tampungan, jadi lahannya bisa digunakan pertanian (Wawancara dengan Mbah Supoyo, 2023).

Sejalan dengan konsep privatisasi, Mbah Supoyo mendirikan sumur sendiri untuk bisa memperoleh akses lebih besar dibandingkan oleh petani yang tergabung melalui organisasi pengairan. Mbah Supoyo mempertimbangkan alasan rasionalitas atas keputusan yang diambil. Ia menghitung tenaga dan uang pemakaian air yang lebih hemat dan efisien meski harus mengeluarkan modal besar di awal pembuatan. Oleh karena itu, organisasi P3A dapat dilihat dengan dua sisi, yaitu dapat menjadi sarana pemerataan akses bagi petani kecil. Namun disisi lain petani kecil ini tidak memiliki pilihan alternatif lain untuk bisa mengairi sawahnya. Sedangkan petani yang bermodal memilih privatisasi karena dapat meningkatkan keuntungan dibanding bergabung dengan organisasi.

Dengan demikian dapat diketahui bahwa upaya adaptasi pengelolaan air dalam perubahan iklim tidak hanya ditentukan oleh keberadaan teknologi canggih, tetapi juga memerlukan pengaturan institusi dalam distribusi air. Hal ini berarti sumur memiliki implikasi sosial dalam menentukan pola kerja sama dan juga dapat menimbulkan konflik yang muncul atas pengaturan institusi pertanian. P3A menjadi wujud sosial dari kebutuhan sumber daya air yang perlu dikelola secara kolektif untuk memastikan pemerataan distribusi air.

3.4. Manfaat dan Hambatan

Karangrejek merupakan sebuah desa yang terdiri dari 7 dusun, yaitu Karangrejek, Blimbing, Karang Duwet I, Karang Duwet II, Karang Sari, Karang Gumuk I, Karang Gumuk II. Dusun Blimbing merupakan dusun yang memiliki lahan paling luas kurang lebih 45 hektar dengan komoditas pertanian unggulan bawang merah. Dalam hamparan lahan yang luas tampak terdapat beberapa tanaman hortikultura, seperti cabai, bawang merah, cabai, kangkung, sawi, hingga terong. Sebagian petak lahan juga ditumbuhi rerumputan, khususnya pada *mangsa ketiga* (kemarau panjang), untuk merawat kondisi lahan. Rumput sengaja dibiarkan tumbuh lebat untuk cadangan makanan ternak saat nanti musim hujan tiba. Salah satu informan bernama Mbah Supoyo juga tampak sedang memperbaiki pematang sawah (*galengan*) supaya lahan tidak turun atau longsor saat hujan. Jadi dalam satu petak sawah sebagian berisikan tanaman sayuran (cabai) dan sebagian lagi adalah rumput (*kolo juwono*).

Perubahan teknologi telah menghasilkan bentuk institusi pengairan yang dikelola oleh organisasi P3A. Pengelolaan air bermanfaat dalam menjamin ketersediaan air sebagai elemen penting dalam keberlanjutan menghadapi perubahan iklim. Manfaat pengelolaan sumur bor dirasakan langsung salah satunya oleh Dusun Blimbing sebagai pemilik lahan yang paling luas. Mereka memiliki P3A Sumber Mulyo yang beranggotakan 165 petani dengan luas lahan 45 hektar. Petani mengatakan tetap bisa melakukan panen tanpa merasakan kekurangan air, sehingga terhindar dari ancaman gagal panen meski kemarau panjang.

Upaya pengaturan air pertanian yang dilakukan oleh P3A di Desa Karangrejek saling bersinggungan dengan organisasi kelompok tani (Poktan). Poktan melakukan pengaturan penyeragaman penanaman tanaman. Jenis tanaman dibuat seragam untuk menghindari hama, terlebih di musim kemarau yang dapat membuat gagal panen dan merugikan petani lain. Poktan akan mempertimbangkan masa tanam dengan menggunakan pengetahuan lokal, kemudian menghimbau kepada petani untuk menanam tanaman yang seragam. P3A dengan Poktan saling bekerjasama untuk memastikan pengaturan tanaman berjalan dengan baik. Apabila terdapat petani yang melanggar, maka tidak akan diberi pengairan sawah.

“Sempat waktu itu ada yang menanam jenis yang berbeda, airnya langsung dimatikan.

Apalagi bawang merah, sekalinya ada yang melanggar, hama akan langsung menyebar” (Wawancara dengan Pak Kahono, 2023).

Pengelolaan air di Desa Karangrejek bukan tanpa masalah. Mereka pernah mengalami masalah regulasi perizinan kebutuhan solar sebagai penggerak sumur diesel. Kebutuhan solar dalam satu bulan mencapai ratusan liter. Terkadang belum mencapai satu bulan kebutuhan solar sudah habis. Mereka perlu mengajukan izin kembali untuk mendapatkan solar di Dinas Pertanian Kabupaten Gunungkidul dengan estimasi waktu 1-2 hari, sedangkan tanaman sudah memerlukan air, akibatnya tanaman menjadi layu. Anggota P3A mengatakan sebenarnya tidak ada batas liter solar. Namun, terkadang kondisi tanah dan perubahan cuaca dapat berpengaruh terhadap kebutuhan air untuk tanaman, sehingga kebutuhan air dapat lebih banyak dari perkiraan awal. Belajar dari kondisi tersebut, petani kemudian memilih untuk memperbanyak stok awal solar guna mengantisipasi kehabisan solar untuk pengairan.

4. Simpulan

Ternyata petani di lahan karst mampu menghadapi perubahan iklim untuk mempertahankan produksi usaha tani. Mereka melakukan adaptasi di bidang pengelolaan air pertanian. Adaptasi dilakukan melalui perubahan teknologi. Teknologi digunakan sebagai modal materi untuk menjamin keamanan produksi pertanian. Perubahan teknologi dari sumur ladang menjadi sumur diesel telah meningkatkan kapasitas petani dalam mengakses air. Hal ini juga berdampak pada upaya diversifikasi tanaman guna memilih varietas tahan kering seiring dengan adaptasi tanaman terhadap perubahan iklim. Perubahan teknologi juga menghasilkan bentuk hubungan sosial baru dari kapasitas individu dalam mengelola pertanian menjadi kapasitas kolektif. Kapasitas kolektif diperlukan dalam melakukan adaptasi terhadap perubahan iklim. Petani di bawah naungan organisasi P3A saling memastikan kecukupan air sebagai sumber daya utama bagi ketangguhan pertanian dalam menghadapi perubahan iklim. Organisasi melakukan distribusi, pengaturan, dan memastikan kesetaraan akses bagi petani pemakai air. Dampaknya, petani tidak merasa kekurangan air dan mampu melakukan panen meski dilanda kekeringan panjang.

Konsep adaptasi yang digunakan dalam penelitian ini telah memungkinkan ditemukannya ruang penjelasan tentang cara petani mempertahankan usaha tani di tengah perubahan iklim. Meski dalam berbagai literatur mengatakan petani tidak mengetahui makna kata iklim, akan tetapi mereka mampu merasakan dampak perubahan yang terjadi. Oleh karena itu, petani senantiasa mengotak-atik pertaniannya untuk bisa menyelesaikan permasalahan iklim. Upaya tersebut dilakukan dengan mengembangkan kapasitas adaptif. Kapasitas adaptif yang dilakukan juga menunjukkan perubahan-perubahan atas pengelolaan pertanian yang tahan iklim. Sejalan dengan Steward, petani juga melakukan upaya adaptasi melalui perubahan teknologi dan pengaturan organisasi untuk mengatur pembagian kerja.

Studi ini terbatas pada perspektif petani yang tergabung dengan P3A dan sedikit melibatkan petani di luar organisasi tersebut. Perspektif dari petani di luar pemakai air P3A perlu diketahui untuk memperkaya pengetahuan bentuk adaptasi yang dilakukan oleh petani dengan pengelolaan pertanian berbeda. Perlu dilakukan komparasi studi dengan beberapa desa di Kabupaten Gunungkidul yang memiliki kondisi lingkungan serupa dengan Desa Karangrejek. Hal ini penting dilakukan untuk mengetahui perbedaan dan persamaan petani dalam merespons perubahan iklim, sehingga dapat mengetahui kapasitas dan keterbatasan yang dimiliki petani dalam melakukan adaptasi. Oleh karena itu, dibutuhkan penelitian lanjutan yang melibatkan petani di luar organisasi P3A dan komparasi dengan kondisi petani di desa berbeda. Dengan cara

ini pemecahan masalah yang komprehensif memungkinkan ditemukan.

Referensi

- Ahimsa-Putra, H. S. (2008). *Paradigma dan Revolusi Ilmu dalam Antropologi Budaya*. Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar.
- Ajani, E. N., Mgbenka, R. N., & Okeke, M. N. (2013). Use of Indigenous Knowledge as a Strategy for Climate Change Adaptation among Farmers in sub-Saharan Africa: Implications for Policy. *Asian Journal of Agricultural Extension, Economics & Sociology* 2(1): 23-40,
- Birkenholtz, T. (2009). Irrigated Landscapes, Produced Scarcity, and Adaptive Social Institutions in Rajasthan, India. *Annals of the Association of American Geographers*, 99(1), 118–137. <https://doi.org/10.1080/00045600802459093>
- Boillat, S., & Berkes, F. (2013). Perception and Interpretation of Climate Change among Quechua Farmers of Bolivia: Indigenous Knowledge as a Resource for Adaptive Capacity. *Ecology and Society*, 18(4), art21. <https://doi.org/10.5751/ES-05894-180421>
- Brada, J. C. (1996). Privatization Is Transition—Or Is It?. *Journal of Economic Perspective*. Vol.10(2), 67-69
- Darnhofer, I., Fairweather, J., & Moller, H. (2010). Assessing a farm's sustainability: Insights from resilience thinking. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 8(3), 186-198. <https://doi.org/10.3763/ijas.2010.0480>
- Esham, M., & Garforth, C. (2013). Agricultural adaptation to climate change: Insights from farming community in Sri Lanka. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 18(5), 535–549. <https://doi.org/10.1007/s11027-012-9374-6>
- Fidiyani, R., & Kamal, U. (2012). Penjabaran Hukum Alam Menurut Pikiran Orang Jawa Berdasarkan Pranata Mangsa. *Jurnal Dinamika Hukum*, 12(3). <https://doi.org/10.20884/1.jdh.2012.12.3.117>
- Field, M.S. (1999). *A Lexicon of Cave and Karst Terminology with Special Reference to Environmental Karst Hydrology*. Washington DC: US Environmental Protection Agency.
- Gebrehiwot, T., & Van Der Veen, A. (2013). Farm Level Adaptation to Climate Change: The Case of Farmer's in the Ethiopian Highlands. *Environmental Management*, 52(1), 29–44. <https://doi.org/10.1007/s00267-013-0039-3>
- Geertz, C. (1983). *Involusi Pertanian Proses Perubahan Ekologi di Indonesia (Terj)*. Chicago: University of California Press
- Hartanto, M. (2020). *Bupati Resmikan Jalan Usaha Tani Saat Panen Raya di Karangrejek*. Sorot. <https://gunungkidul.sorot.co/berita-104681-bupati-resmikan-jalan-usaha-tani-saat-panen-raya-di-karangrejek.html>,
- Hosen, N., Nakamura, H., & Hamzah, A. (2020). Adaptation to Climate Change: Does Traditional Ecological Knowledge Hold the Key? *Sustainability*, 12(2), 676. <https://doi.org/10.3390/su12020676>
- Karunia, D. N., Darsono, Darmanto. (2013). Identifikasi Pola Aliran Sungai Bawah Tanah di Mudal, Pracimantoro dengan Metode Geolistrik. *Indonesian Journal of Applied Physics*. Vol.2(2)
- Larastiti, C. (2022). *Tanduran Lan Mangsane: Etnoekologi Petani di Mendak Gunungkidul*. Dalam Ahimsa-Putra, H.S.,(edt). (2022). *Etnosains, Etnoekologi, dan Etnoteknologi*. Yogyakarta: Kepel Press
- Latour, B. (2005). *Reassembling the Social: An Introduction to Actor-Network-Theory*. New York: Oxford University Press
- Latour, B., & Venn, C. (2002). Morality and Technology. *Theory, Culture & Society*, 19(5–6), 247–260. <https://doi.org/10.1177/026327602761899246>

- Shafie, H., Islam, Z., Mahmood, R. (2017). *Anthropology, Adaptation and Resilience: Reinventing Cultural Perspective in Climate Change Regime*. Dalam Islam, Z., Shafie, H., Mahmood, R., (Edt.). (2017). *Culture, adaptation and resilience: Essays on climate change regime in South Asia*. Bangladesh Climate Change Trust (BCCT), Ministry of Environment and Forests :Department of Anthropology, University of Dhaka.
- Mafongoya, O., Mafongoya, P. L., & Mudhara, M. (2021). Using Indigenous Knowledge Systems in Seasonal Prediction and Adapting to Climate Change Impacts in Bikita District in Zimbabwe. *The Oriental Anthropologist: A Bi-Annual International Journal of the Science of Man*, 21(1),195–209. <https://doi.org/10.1177/0972558X21997662>
- Meybeck, A., Lankoski, J., & Redfern, S. (2012). *Building Resilience For Adaptation To Climate Change In The Agriculture Sector—Proceedings Of A Joint Fao/Oecd Workshop*. FAO/OECD.
- Mo, X.-G., Hu, S., Lin, Z.-H., Liu, S.-X., & Xia, J. (2017). Impacts of climate change on agricultural water resources and adaptation on the North China Plain. *Advances in Climate Change Research*, 8(2), 93–98. <https://doi.org/10.1016/j.accre.2017.05.007>
- Novia, R. A., & Zulkifli, L. (2021). Dampak Kegagalan Panen Terhadap Ketahanan Pangan Rumah Tangga Tani Padi Di Kabupaten Banyumas. *Jurnal AGRISEP: Kajian Masalah Sosial Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*, 20(2), 239–250. <https://doi.org/10.31186/jagrisep.20.2.239-250>
- Orlove, B., & Caton, S. C. (2010). Water Sustainability: Anthropological Approaches and Prospects. *Annual Review of Anthropology*. Vol.39, 401-415
- PASTERNAK, B. (1968). Social Consequences of Equalizing Irrigation Access. *Human Organization*, 27(4), 332–343. <http://www.jstor.org/stable/44125033>
- Pathak, H., Pramanik, P., Khanna, M., & Kumar, A. (2014). Climate change and water availability in Indian agriculture: Impacts and adaptation. *The Indian Journal of Agricultural Sciences*, 84(6). <https://doi.org/10.56093/ijas.v84i6.41421>
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 33 Tahun 2007 Tentang Pedoman Pemberdayaan P3A/GP3A/IP3A
- Pfaffenberger, B. (1988). Fetishised Objects and Humanised Nature: Towards an Anthropology of Technology. *Man*, 23(2), 236. <https://doi.org/10.2307/2802804>
- Pratiwi, F. 2022. *Gunungkidul Proyeksikan Karangrejek Jadi Kampung Hortikultura*. Republika. <https://news.republika.co.id/berita/rgeksz6457/gunungkidul-proyeksikan-karangrejek-jadi-kampung-hortikultura>.
- Prihatanto, Z.H.N.M., et al. (2022). Perbedaan Karakteristik Ekosistem Karst Kecamatan Ponjong Gunungkidul dengan Ekosistem Karst Pracimontoro Wonogiri. *Proceeding Seminar Nasional IPA XII*
- Retnowati, A., Anantasari, E., Marfai, M. A., & Dittmann, A. (2014). Environmental Ethics in Local Knowledge Responding to Climate Change: An Understanding of Seasonal Traditional Calendar PranotoMongso and its Phenology in Karst Area of GunungKidul, Yogyakarta, Indonesia. *Procedia Environmental Sciences*, 20, 785–794. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2014.03.095>
- Steward, J. H. (1968). Cultural Ecology. Dalam *International Encyclopedia of the SOCIAL* (Vol. 4). The Macmillan Company & The Free Press.
- Steward, J.H. (2014). *The Concept and Method of Cultural Ecology*. Dalam Moore, H. (Ed.). (2014). *Anthropology in theory: Issues in epistemology* (2. ed). Wiley Blackwell.

- Walker, B., Holling, C. S., Carpenter, S. R., & Kinzig, A. P. (2004). Resilience, Adaptability and Transformability in Social-ecological Systems. *Ecology and Society*, 9(2), art5. <https://doi.org/10.5751/ES-00650-090205>
- Wahono, F. (2022). *Beyond Reforma Agraria: Persoalan Fundamental dan Arah Perkembangannya*. Dalam Pujiriyani, D.W., Hamdani, A., Luthfi, A.N., (edt). (2022). *Pergulatan Intelektual Mewujudkan Tata Kelola Agraria yang Adil, Demokratis, dan Mensejahterakan*. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Pertanahan Nasional