

STRATEGI ADAPTASI PERUBAHAN IKLIM TERHADAP TANAMAN CABAI RAWIT MERAH GUNA MEMULIHKAN HARGA JUAL DI SULAWESI UTARA

CLIMATE CHANGE ADAPTATION STRATEGY FOR RED CHILLI PEPPER TO RESTORE SELLING PRICES IN NORTH SULAWESI

Renal Farhan*, Kolinug Reffan Yurgenry, Atikah Salmah Azis, Nur'ain Syuhadaini, Ruth Debora Saragih, Lukman Pujianto, Septian Dwi Putranto

Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri Manado

Jalan Raya Manado – Dimembe, Paniki Dua, Kec. Mapanget, Kota Manado, Sulawesi Utara

*Email: renalfarhan4@gmail.com

ABSTRAK

Berdasarkan laporan Pusat Informasi Harga Pangan Strategis Nasional, rata-rata harga cabai rawit merah di pasar tradisional Provinsi Sulawesi Utara mencapai Rp76.150/kg pada rentang waktu 03 Juni – 15 Juni 2022. Menteri Perdagangan mengatakan, harga produk hortikultura saat ini memang cenderung tinggi terutama cabai. Ia juga menyebut curah hujan tinggi sebagai penyebab utamanya. Akibat perubahan iklim tersebut, banyak tanaman cabai petani gagal panen. Ini membuat penurunan produksi cabai merah keriting yang berimbas pada harga di pasaran. Pemulihan harga jual cabai rawit merah di wilayah Sulawesi utara dipengaruhi oleh stabilitas dan produktivitas tanaman cabai rawit merah yang notabene sensitif terhadap iklim, maka diharapkan hasil dari karya tulis ilmiah ini dapat memberikan suatu kajian yang mendalam mengenai strategi adaptasi yang tepat untuk meminimalkan dampak perubahan iklim yang telah menyebabkan petani kehilangan hasil panen yang memicu kenaikan harga jual cabai rawit merah. Makalah ini memaparkan proyeksi dan dampak perubahan iklim serta tinjauan bagaimana cara melakukan adaptasi peningkatan produksi komoditas cabai merah keriting dengan memperhatikan syarat tumbuhnya yang meliputi suhu, kelembaban udara, unsur curah hujan, dan unsur kecepatan angin guna memulihkan harga jual cabai rawit merah per-kilogram di wilayah Sulawesi Utara.

Kata kunci: proyeksi perubahan iklim, dampak perubahan iklim, strategi adaptasi perubahan iklim, pemulihan harga cabai rawit.

ABSTRACT

Based on a report by the National Strategic Food Price Information Center, the average price of red chili peppers in traditional markets in North Sulawesi Province reached Rp. 76,150/kg in the period from 03 June to 15 June 2022. The price of horticultural products currently tends to be high, especially chili, which caused by high rainfall. As a result of climate change, many farmers' chili plants failed to harvest. This causes a decrease in the production of red chili peppers which has an impact on market prices. This paper describes the projections and impacts of climate change as well as an overview of how to adapt the increased production of curly red chili commodities by taking into account the growing conditions which include temperature, humidity, elements of rainfall, and elements of wind speed in order to restore the selling price of red cayenne pepper per kilogram in North Sulawesi.

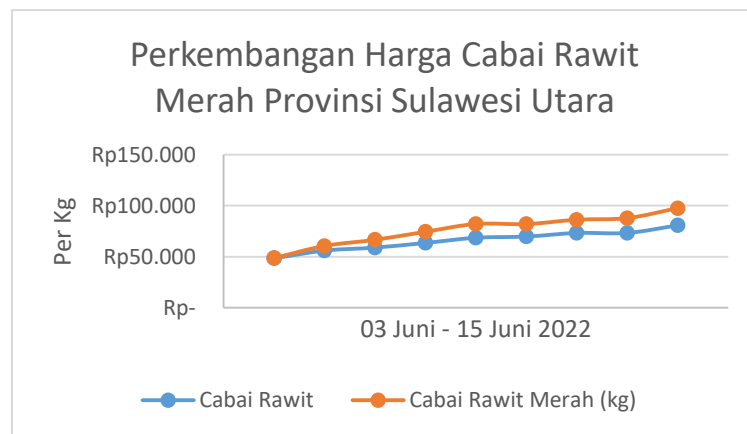
Keywords: *climate change projections, climate change impacts, climate change adaptation strategies, chili price recovery*

PENDAHULUAN

Tingkat kesadaran masyarakat akan pentingnya produk hortikultura semakin meningkat, tidak hanya sebagai bahan pangan tetapi juga memberikan manfaat untuk kesehatan, kecantikan, estetika dan kelestarian lingkungan. Pertambahan penduduk sejalan

dengan pertumbuhan jumlah permintaan produk hortikultura. Peningkatan produktivitas komoditas hortikultura secara berkelanjutan guna memenuhi permintaan pasar. Akan tetapi berbagai tantangan dan masalah, salah satunya perubahan iklim dihadapi dalam pembangunan pertanian hortikultura.

Perubahan iklim terjadi dikarenakan adanya perubahan dari unsur-unsur seperti angin, kelembapan udara, suhu, dan curah hujan [1]. Perubahan iklim yang ada saat ini dan yang akan datang dapat disebabkan bukan hanya oleh peristiwa alam melainkan juga karena berbagai aktivitas manusia yang menimbulkan efek rumah kaca. Perubahan iklim dapat mengancam sektor hortikultur. Cabai rawit merah merupakan salah satu komoditas hortikultura yang sangat dirasakan dampaknya secara langsung oleh petani dan masyarakat.



Gambar 1. Perkembangan Harga Cabai Rawit Merah Sulawesi Utara

Berdasarkan laporan Pusat Informasi Harga Pangan Strategis Nasional, rata-rata harga cabai rawit merah di pasar tradisional Provinsi Sulawesi Utara mencapai Rp76.150/kg pada rentang waktu 03 Juni – 15 Juni 2022. Menteri Perdagangan mengatakan, harga produk hortikultura saat ini memang cenderung tinggi terutama cabai. Ia juga menyebut curah hujan tinggi sebagai penyebab utamanya [2]. Akibat perubahan iklim tersebut, banyak tanaman cabai petani gagal panen. Ini membuat penurunan produksi cabai merah keriting yang berimbas pada harga di pasaran [3].

Mengingat pemulihan harga jual cabai rawit merah di wilayah Sulawesi utara dipengaruhi oleh stabilitas produksi hasil tanamnya dan produktivitas tanaman cabai rawit merah yang notabene sensitif terhadap iklim, maka diharapkan hasil dari karya tulis ilmiah ini dapat memberikan suatu kajian yang mendalam strategi adaptasi yang tepat untuk meminimalkan dampak perubahan iklim yang telah menyebabkan kehilangan hasil panen dan kenaikan harga jual cabai rawit merah.

Makalah ini memaparkan proyeksi dan dampak perubahan iklim serta tinjauan bagaimana cara melakukan adaptasi peningkatan produksi komoditas cabai merah keriting dengan memperhatikan syarat tumbuhnya yang meliputi suhu, kelembapan udara, unsur curah hujan, dan unsur kecepatan angin guna memulihkan harga jual cabai rawit merah per-kilogram di wilayah Sulawesi Utara.

METODE

Karya tulis ini disusun dengan mengambil jenis penelitian *literature review*, yaitu dengan melakukan peninjauan pustaka dan menggunakan data-data dari jurnal terkait untuk

menganalisis masalah yang diangkat. Penelitian ini dilakukan di Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri Manado selama 10 hari yang dimulai dari tanggal 20 Juni – 30 Juni 2022. Prosedur penelitian ini diawali dengan pemilihan topik berdasarkan fenomena serta eksplorasi fenomena yang terjadi di Indonesia khususnya Provinsi Sulawesi Utara. Adapun metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara menyadur data sekunder dari sumber informasi terbuka seperti Badan Pusat Statistik, serta dari sumber-sumber lain seperti artikel ilmiah, jurnal, berita serta literatur-literatur lain yang mendukung.

Sumber data yang digunakan dalam penyusunan KTI ini yaitu berupa buku, jurnal, Badan Pusat Statistik (BPS) dan situs internet yang terkait dengan topik yang relevan dengan judul KTI yaitu mengenai produktivitas cabai rawit di wilayah Sulawesi Utara.

TINJAUAN LITERATUR

Pada bagian ini termuat teori dan kajian ilmiah yang menjadi dasar suatu strategi adopsi perubahan iklim di Sulawesi Utara terhadap tanaman cabai rawit guna memulihkan harga jual per-kilogram. Perubahan iklim adalah perubahan dalam jangka waktu dekade atau lebih lama yang terjadi pada suhu, curah hujan, dan angin secara signifikan. Komposisi atmosfer global berubah karena adanya perubahan iklim yang diakibatkan karena aktivitas manusia baik secara langsung maupun tidak langsung.

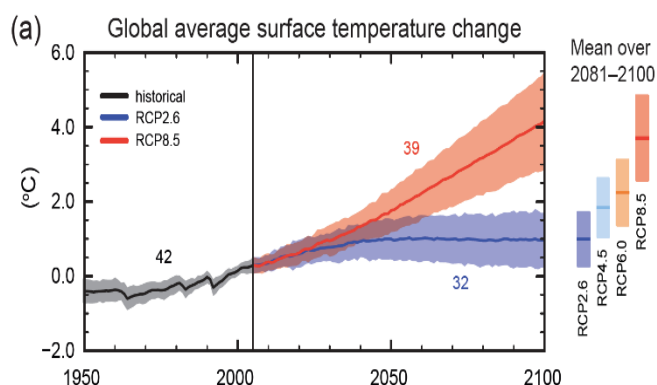
Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) menyatakan, sejak pertengahan abad ke-20 disebabkan oleh peningkatan emisi gas rumah kaca yang diproduksi oleh manusia menyebabkan peningkatan suhu rata-rata global [4]. Berbagai aktivitas manusia terutama pembakaran bahan bakar fosil menghasilkan karbon yang menyebabkan terjadinya peningkatan suhu bumi. Gas yang dihasilkan oleh aktivitas manusia akan terperangkap di atmosfer dan menyebabkan terjadinya efek rumah kaca, dimana cahaya matahari akan terus masuk namun tidak mengeluarkan seluruh panas yang dihasilkan akibat dari keberadaan gas-gas tersebut. Semakin banyak gas yang terperangkap di atmosfer, maka semakin banyak pula panas yang terperangkap sehingga akan meningkatkan suhu bumi secara keseluruhan. Hal inilah yang menyebabkan terjadinya pemanasan global dan perubahan iklim.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) merupakan sebuah lembaga khusus yang memiliki tugas mengkaji perubahan iklim dan dampaknya terhadap sosial ekonomi. IPCC merupakan gabungan *World Meteorological Organization* (WMO) dan *United Nations Environment Programme* (UNEP). IPCC mengeluarkan *assessment report* yang berisi perkembangan hasil penelitian terkini terkait perubahan iklim yang meliputi penyebab, potensi dampak, dan strategi yang perlu dilakukan. Secara global publikasi IPCC dijadikan referensi oleh para peneliti iklim, pengambil kebijakan, dan kalangan ilmiah terkait.

Global Circular Model (GCM) dikenal sebagai model iklim yang digunakan untuk proyeksi iklim ke depan. GCM yang dikeluarkan oleh berbagai lembaga iklim dunia digabung ke dalam *Couple Model Intercomparison Project Phase 5* (CMIP5). Multimodel CMIP5 sampai saat ini terdiri atas dari 28 pusat pemodelan iklim dan 40 GCM.

Di Indonesia proyeksi skenario iklim menggunakan model *Regional Climate Model* (RCM) turunan dari *Global Climate Model* (GCM). GCM menggunakan resolusi horizontal antara 250 - 600 km, 10 hingga 20 lapisan vertikal di atmosfer dan sebanyak 30 lapisan lautan untuk menggambarkan iklim dengan grid tiga-dimensi pada globe (bola bumi). Resolusi GCM relatif kasar terhadap skala unit keterpaparan pada kebanyakan kajian dampak. Dalam mengembangkan skenario perubahan iklim pendekatan paling umum yang

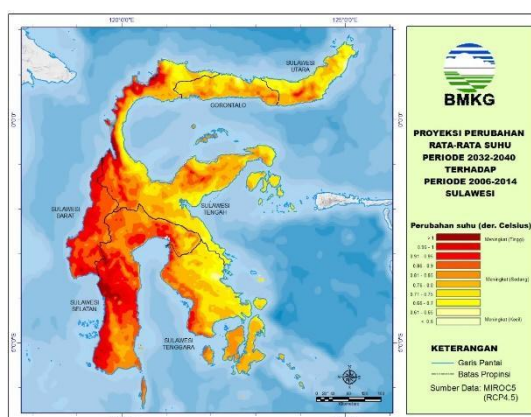
digunakan adalah model GCM. Informasi yang disajikan oleh GCM di banyak aplikasi khususnya untuk skala sub-nasional atau skala lokal, tidak mencukupi sehingga teknik-teknik *downscaling* diperlukan untuk menyediakan informasi yang lebih bersifat regional atau lebih rinci dalam skenario perubahan iklim [5]. Hal ini menyebabkan Indonesia menggunakan pendekatan RCM, khususnya dengan meningkatkan resolusi horizontal menjadi 20 km x 20 km. Dengan menggunakan pendekatan statistik, di Indonesia simulasi dilakukan memproyeksikan iklim mendatang berdasarkan *baseline climate* periode 1981 - 2010 dan skenario iklim periode 2011 - 2100. Terdapat dua skenario RCP yang berbeda, yaitu RCP 4.5 (Menengah – Rendah) dan RCP 8.5 (*Business as Usual*).



Gambar 2. Perubahan Temperatur Bumi Berdasarkan Skenario RCP

Gambar 1 menggambarkan perubahan temperatur bumi berdasarkan skenario RCP dimana skenario biru (RCP 2.6 dan RCP 4.5) adalah $2 < \text{suhu bumi} > 1,5$ skenario merah (RCP 6.0 dan 8.5) adalah suhu bumi > 2 , bahkan bisa mencapai 8 atau 11 di tahun 2100 [6].

World Meteorological Organization (WMO) mendefinisikan iklim sebagai kondisi statistik cuaca dalam periode minimal 30 tahun. Data historis yang lebih panjang akan memberikan informasi yang lebih baik mengenai perubahan iklim suatu wilayah. Secara umum, kondisi iklim di Provinsi Sulawesi Utara baik iklim daratan maupun laut dipengaruhi oleh angin muson yang mengakibatkan perubahan pola curah hujan dan suhu udara.

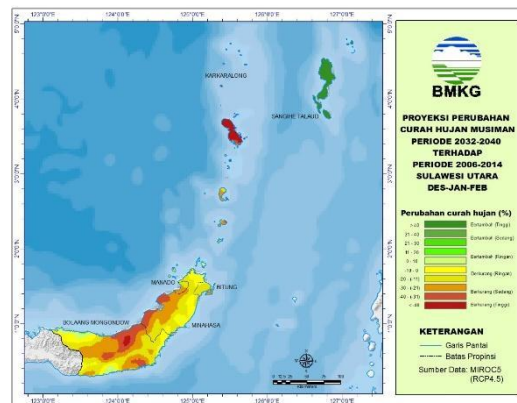


Gambar 3. Proyeksi Perubahan Rata-rata Suhu Periode 2032 – 2040 [6].

Sebagian besar pulau di Indonesia diperkirakan akan mengalami peningkatan curah hujan, kecuali Pulau Jawa dan pulau-pulau di selatan yang diperkirakan akan mengalami

penurunan sebesar 15%. Meningkat atau menurunnya curah hujan dapat menyebabkan banjir bandang dan kekeringan. Banyak kota-kota besar di Indonesia berisiko terkena banjir bandang yang dapat menyebabkan bencana tanah longsor. Selain itu perubahan iklim yang ekstrem berpotensi mengubah musim hujan tahunan di Indonesia. Dibandingkan dengan 18% hari ini, penelitian mengungkapkan bahwa kemungkinan penundaan 30 hari musim hujan dapat meningkat menjadi 40% pada tahun 2050. Hal ini berpotensi memiliki konsekuensi yang signifikan pada hasil pertanian.

Indikasi fenomena perubahan iklim di Indonesia dapat diamati dari perubahan pola curah hujan rata-rata di beberapa wilayah di Indonesia salah satunya di Sulawesi utara. Produk informasi yang dikeluarkan oleh BMKG untuk perubahan normal curah hujan dalam bentuk atlas. Peta spasial dari proyeksi perubahan parameter curah hujan dan suhu beserta indeks-indeks turunannya, untuk wilayah Sulawesi dalam resolusi spasial 4 km × 4 km adalah informasi yang disediakan oleh Pusat Informasi Perubahan Iklim BMKG



Gambar 4. Proyeksi Perubahan Curah Hujan Periode 2032-2040 [6]

Peta diatas menjelaskan bahwa di Provinsi Sulawesi Utara perubahan curah hujan periode 2032 – 2040 yang diproyeksikan terhadap *baseline* periode 2006 – 2014 bahwa perubahan curah hujan akan berkurang mulai dari 0 - 21 %.

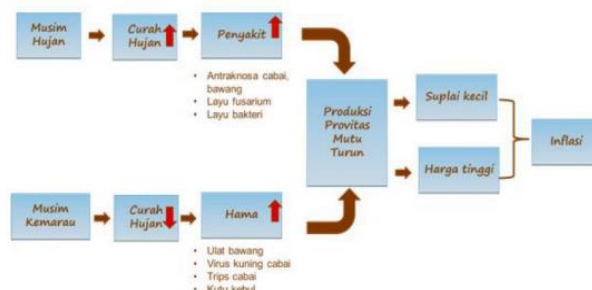
ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Permintaan pasar dan produksi merupakan variabel yang sangat penting bagi kestabilan harga jual cabai rawit, jika terjadi ketidakseimbangan maka menyebabkan adanya fluktuasi harga cabai rawit di pasaran. Sebelum membahas strategi adaptasi perubahan iklim terhadap cabai rawit di Sulawesi Utara, dampak perubahan iklim terhadap kapasitas produksi cabai rawit merah perlu dibahas terlebih dahulu.

Penurunan produksi cabai rawit merah ini diakibatkan dari terjadinya perubahan iklim. Jika sebelum tahun 2032 belum dilakukan upaya mitigasi, maka akan terjadi kenaikan harga yang jauh lebih tinggi lagi. Syarat tumbuh tanaman cabai merah dimana kebutuhan tanaman cabai merah untuk suhu yaitu antara 24 - 27°C, kelembaban yaitu 70 - 80%, dan pada unsur curah hujan yang dibutuhkan sekitar 50 – 105 mm/perbulan akan tetapi karena adanya perubahan iklim maka rata-rata suhu, curah hujan dan kecepatan angin masih belum sesuai dengan [7], sedangkan untuk kecepatan angin dibutuhkan angin semilir yaitu 10 - 20km/jam.

Direktorat Perlindungan Hortikultura (2015) menyatakan perubahan intensitas curah hujan memicu ledakan hama dan penyakit pada budidaya cabai sehingga mempengaruhi laju

inflasi di Indonesia (Gambar 1). Penyakit layu fusarium, layu bakteri, dan antraknosa cabai meningkat pada saat curah hujan tinggi. Pada saat curah hujan rendah, serangan hama meningkat, diantaranya ulat bawang, virus kuning, trips cabai, dan kutu kebul.



Gambar 5. Blok Diagram Pengaruh perubahan Iklim Terhadap Laju Inflasi

Ketersediaan air menentukan keberhasilan budi daya cabai. Oleh karena itu, pada budi daya tanaman semusim, penentuan waktu tanam berdasarkan ketersediaan air menjadi penting. Penelitian Naura and Riana (2018) tentang dampak perubahan iklim, dalam hal ini curah hujan pada produksi dan pendapatan usaha tani cabai merah di Malang, Jawa Timur. menunjukkan perubahan curah hujan berpengaruh nyata terhadap produksi dan pendapatan petani cabai [8].

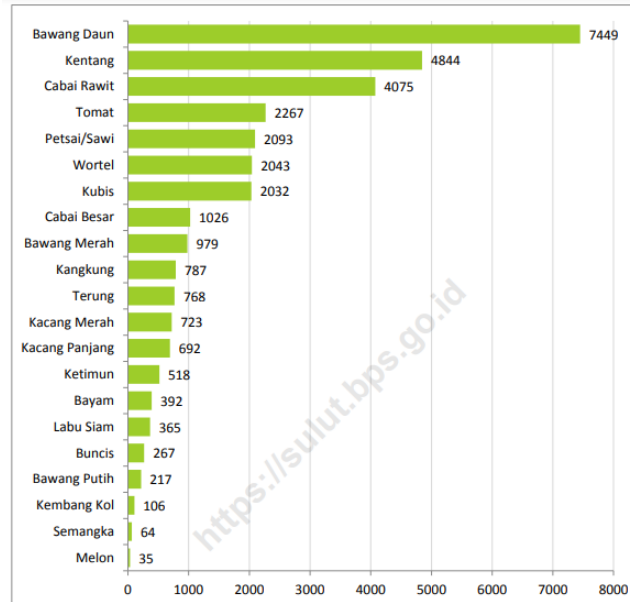
Kondisi iklim yang paling banyak menyebabkan kehilangan hasil komoditas hortikultura ialah iklim ekstrem. Pada tanaman sayuran seperti cabai, curah hujan ekstrem berpengaruh langsung yang menyebabkan tanaman mengalami kerusakan dan mati muda, memicu perkembangan penyakit cendawan (antaknosa) dan bakteri. Hal ini menyebabkan produktivitas menurun 50%, Ketua Asosiasi *Champion* Cabai, Tunov Mondro Atmodjo, menuturkan, turunnya hujan dan cuaca panas ekstrem yang bergantian hampir setiap hari menjadi membuat produksi cabai rusak hingga lebih dari separuh [9].

Surmaini and Faqih (2016) menyatakan iklim ekstrem yang paling besar pengaruhnya terhadap pertanian di Indonesia ialah kejadian *El-Niño* dan *La-Niña*. *El-Niño* menyebabkan kekeringan karena adanya penurunan curah hujan yang dan pada tahun *La-Niña* terjadi banjir yang diakibatkan peningkatan curah hujan. Secara signifikan *El-Niño* memberikan dampak yang lebih terhadap produksi tanaman pangan. Sebaliknya, pada tanaman hortikultura dampak *La-Niña* lebih signifikan [10] [11].

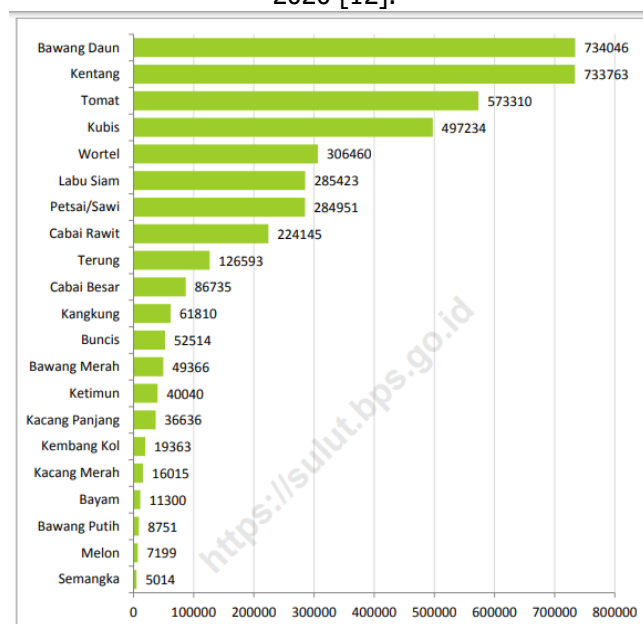
Kegagalan produksi diakibatkan situasi cuaca yang ekstrem. Disaat musim kemarau seperti sekarang, untuk mengantisipasi hama petani akan menggunakan obat-obatan namun hujan turun kurang dari sehari setelah penyemprotan obat dilakukan. Situasi cuaca yang fluktuatif mengakibatkan produksi cabai anjlok, sehingga mengerek kenaikan harga hingga Rp 80 ribu per-kilogram (kg) cabai rawit dari petani. Ketua Asosiasi Agribisnis Cabai Indonesia, Abdul Hamid, mengaku para petani cabai keliru dalam memprediksi cuaca, pasokan panen pada Mei - Juni semestinya pasokan cabai dalam kondisi melimpah karena panen raya cabai dimulai bulan April [9]. Dengan adanya pemaparan dampak perubahan iklim terhadap kapasitas produksi cabai rawit merah kita dapat mengetahui seberapa meruginya negara jika tidak segera mengembangkan strategi untuk mengadaptasi perubahan iklim terhadap tanaman cabai rawit merah.

Berdasarkan data Statistik Hortikultura Sulawesi Utara Tahun 2020, cabai rawit diproduksi sebanyak 224.145 kwintal. Selain itu, ditinjau dari luas panen, Sulawesi Utara

memiliki kapasitas panen dari kebun cabai seluas 4.075 hektar, terluas ketiga setelah bawang daun dan kentang pada kategori tanaman dan buah-buahan semusim. Apabila digabungkan menjadi data produktivitas cabai rawit, maka pada tahun 2020, produktivitas cabai rawit di Sulawesi Utara adalah sebesar 43,73 kuintal/hektar [12].



Gambar 6. Luas panen komoditas buah-buahan dan sayuran semusim di Sulawesi Utara pada tahun 2020 [12].



Gambar 7. Jumlah panen dalam kuintal komoditas buah-buahan dan sayuran semusim di Sulawesi Utara pada tahun 2020 [12].

Adapun daerah yang paling banyak menghasilkan cabai rawit pada tahun 2020 adalah Kota Tomohon, yang menyumbang 32,98% dari total produksi, setelah tahun sebelumnya dipegang oleh Minahasa Selatan.

Permintaan cabai rawit di Sulawesi Utara pada tahun 2021 sempat mengalami kenaikan, terutama pada hari besar seperti Natal dan Tahun Baru, sehingga harus dibantu

oleh pasokan cabai rawit dari Gorontalo. Hal ini berarti bahwa produksi cabai rawit di Sulawesi Utara, yang pada tahun 2021 berada pada angka 270777.00 kuintal pada waktu-waktu tertentu tidak bisa menyanggupi permintaan pasar di wilayah Sulawesi Utara sendiri, sehingga harus mengharapkan sumbangan dari provinsi lain. Berikut merupakan *trend* data luas panen dan produksi cabai rawit di Sulawesi Utara.

Tabel 1. Luas Panen dan Produksi Cabai Rawit Wilayah Sulawesi Utara [13].

Kabupaten/Kota	Luas Panen dan Produksi Cabai Rawit menurut Kabupaten/Kota					
	Luas Panen (Ha)			Produksi (Ku)		
	2019	2020	2021	2019	2020	2021
Bolaang Mongondow	278.00	350.00	355.00	3956.00	985.00	1496.00
Minahasa	329.00	437.00	447.00	15076.00	26922.00	28654.00
Kepulauan Sangihe	266.00	172.00	95.00	3208.00	3816.00	1602.00
Kepulauan Talaud	480.00	595.00	406.00	4604.00	52917.00	5226.00
Minahasa Selatan	397.00	825.00	454.00	49315.00	57811.00	70506.00
Minahasa Utara	275.00	271.00	216.00	8280.00	16775.00	7434.00
Bolaang Mongondow Utara	76.00	131.00	139.00	1231.00	1223.00	1234.00
Kepulauan Sitaro	19.00	14.00	16.00	306.00	250.00	173.00
Minahasa Tenggara	146.00	251.00	125.00	3561.00	6523.00	4436.00
Bolaang Mongondow Selatan	456.00	199.00	309.00	9339.00	6102.00	16277.00
Bolaang Mongondow Timur	463.00	430.00	341.00	14414.00	13267.00	10976.00
Kota Manado	25.00	43.00	33.00	966.00	2663.00	2229.00
Kota Bitung	64.00	47.00	67.00	9968.00	6768.00	2144.00
Kota Tomohon	90.00	248.00	198.00	23080.00	73930.00	18676.00
Kota Kotamobagu	11.00	23.00	21.00	298.00	824.00	2645.00
Sulawesi Utara	3375.00	4036.00	3221.00	147602.00	270777.00	173706.00

Dari data tersebut dapat kita ketahui bahwa produksi cabai tahun 2021 menurun terhadap data produksi di tahun 2020 dengan persentase produktivitas sebagai berikut.

$$\text{Produktivitas cabai rawit tahun 2021} = \frac{Ku}{Ha} = \frac{173706.00}{3221.00} = 53,92$$

$$\text{Produktivitas cabai rawit tahun 2020} = \frac{Ku}{Ha} = \frac{270777.00}{4036} = 67,09$$

$$\text{Produktivitas 2021 terhadap 2020} = 53,92 - 67,09 = -13,17$$

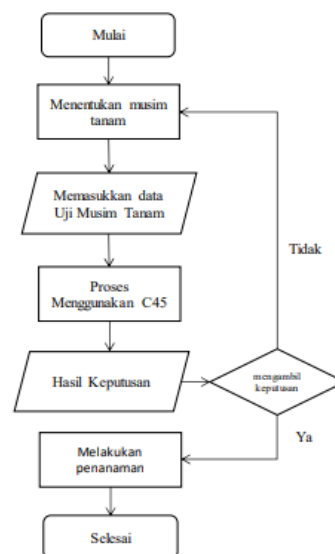
Dengan adanya penurunan produktivitas cabai rawit dan tingginya permintaan konsumen dapat menyebabkan kenaikan harga jual cabai rawit merah oleh karenanya untuk dapat memulihkan harga cabai rawit akibat perubahan iklim maka perlu dilakukan berbagai upaya adaptasi. Beberapa upaya adaptasi seperti penyesuaian sistem usaha tani di antaranya penyesuaian waktu tanam, pemilihan lokasi, pemilihan varietas, penggunaan rumah kaca, rumah plastik dan pengembangan teknologi irigasi serta peningkatan kapasitas petani dan penyuluh melalui sekolah iklim perlu dilakukan di Sulawesi Utara.

Waktu tanam semusim perlu disesuaikan karena adanya pergeseran musim. Kalender tanam adalah salah satu inovasi Badan Litbang Pertanian yang digunakan untuk menentukan waktu tanam yang tepat bagi tanaman pangan berdasarkan dinamika iklim [14]. Petani dibantu dengan menggunakan kalender tanam dalam menentukan waktu terbaik dimana risiko iklim paling kecil dan potensi produksi paling tinggi. Namun kalender tanam yang sudah dikembangkan baru terbatas pada tanaman padi, jagung, dan kedelai. Pada tahun 2016 Pusat Penelitian dan Pengembangan Hortikultura, Badan Litbang Kementerian Pertanian mulai menginisiasi penyusunan kalender tanam komoditas hortikultura yang difokuskan pada bawang merah [15].

Pada tanaman Cabai Rawit Merah perlu dilakukan penyesuaian kalender budidayanya karena adanya perubahan iklim yang menyebabkan fluktuasi curah hujan. Berdasarkan riset

[22], di daerah Magelang petani masih menggunakan kalender musim tanam, dengan mekanisme jika memasuki musim tanam yang cocok akan melakukan penanaman dan jika belum memasuki musim tanam yang sesuai, sehingga penanaman tidak akan melakukan dan menunggu musim yang sesuai. Mekanisme yang berjalan ini memiliki kekurangan dimana petani tidak dapat memperkirakan musim tanam tersebut akan optimal atau tidak karena petani menanam berdasarkan kebiasaan dari tahun ketahun dibulan yang sama tanpa memperhatikan variabel lain seperti perubahan iklim. Kekurangan lain dari sistem ini adalah kalender musim tanam cenderung melakukan awal musim tanam berdasarkan bulan tertentu sehingga pola awal musim tanam cenderung sama setiap tahunnya yang mengakibatkan panen atau produksi cabai merah tidak merata dimana bulan tertentu berlebih dan bulan lainnya terjadi kekurangan bahkan kelangkaan apalagi jika keadaan dipengaruhi oleh perubahan iklim dengan suhu dan curah hujan yang berfluktuasi [16].

Inovasi sistem yang dikembangkan oleh Teguh Walyadi, 2019 masih belum secara *massive* diimplementasikan. Berdasarkan analisis mekanisme yang berjalan maka diusulkan suatu sistem memulai musim tanam yang dapat memprediksi hasil panen akan optimal atau tidak. Sistem yang diusulkan akan melakukan prediksi dengan memasukkan data uji sebagai atribut untuk prediksi. Atribut yang akan digunakan yaitu periode tanam, curah hujan, hari hujan, temperatur suhu, kelembaban, luas tanam, panen dan harga. Sistem yang akan diusulkan ini akan mengimplementasikan algoritma C4.5 untuk memprediksi hasil panen dengan menggunakan atribut sebagai data uji. Sistem ini membantu petani menentukan melakukan awal musim tanam sesuai dengan kondisi yang terjadi pada saat itu dan dapat memprediksi hasilnya. Hasil prediksi akan membantu mengambil keputusan sesuai atau tidak melakukan awal penanam pada saat itu sehingga penanaman cabai merah dapat dilakukan dengan efektif dan efisien. Alur sistem yang diusulkan dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Flow chart metode *decision tree* untuk mengambil keputusan yang tepat untuk menanam cabai rawit

Hasil Prediksi musim tanam cabai merah dengan metode *decision tree* dapat membantu untuk mengambil keputusan dalam merencanakan penanaman dengan akurasi sebesar 80%, sehingga mengurangi jumlah petani melakukan penanaman pada bulan

tertentu secara serentak yang akan mempengaruhi ketimpangan produksi yang menyebabkan panen menjadi tidak stabil.

Aturan keputusan yang didapatkan dari hasil prediksi dapat dijadikan informasi optimal dan tidaknya memulai musim tanam pada kondisi tertentu sehingga mengetahui pada kondisi bagaimana sebaiknya melakukan penanaman. Hal tersebut dapat membuat produksi cabai rawit menjadi stabil sehingga harga cabai akan pulih secara konstan.

Berdasarkan penelitian pada PT. Intidaya Agrolestari Bogor (Pahrul, 2019) menyebutkan bahwa musim sangat mempengaruhi tingkat produksi cabai dengan pemilihan waktu yang tepat dapat meningkatkan keuntungan lebih besar [16]. Penggunaan dan pengembangan varietas yang adaptif dan toleran terhadap cekaman lingkungan dan tahan serangan hama penyakit tanaman menjadi sangat penting dalam salah satu langkah adaptasi. Pengembangan varietas membutuhkan waktu yang lama. Penelitian dan pengembangan pemuliaan tanaman memerlukan landasan awal berupa proyeksi iklim ke depan. Ketika suatu daerah diproyeksi tingkat curah hujan akan mengalami penurunan maka varietas yang akan dikembangkan adalah varietas toleran kekeringan dan sebaliknya.

Teknologi lain yang sudah diterapkan dalam rangka adaptasi perubahan iklim ialah teknologi rumah kaca. Teknologi rumah kaca di Indonesia lebih banyak ditujukan untuk mengurangi serangan hama dan penyakit serta menciptakan kondisi lingkungan optimal bagi pertumbuhan tanaman. Teknologi ini mampu mengurangi serangan hama pada tanaman cabai di dataran rendah 12-28,5% menekan penggunaan pestisida dan meningkatkan produksi hingga 927,5% dibandingkan dengan budi daya di lingkungan terbuka [17]. Pada dataran tinggi, penggunaan teknologi ini juga mampu menekan penggunaan pestisida, meningkatkan hasil cabai sehingga dapat direkomendasikan sebagai teknologi baru budidaya cabai merah di dataran tinggi [18]. Kajian tentang bentuk rumah kaca yang sesuai untuk suatu wilayah sangat penting dilakukan, karena perbedaan bentuk rumah kaca mempengaruhi kondisi lingkungan di dalam rumah.

Ada dua zona di Sulawesi Utara, yaitu zona selatan yang berupa dataran rendah dan dataran tinggi serta zona utara yang meliputi kepulauan. Zona selatan yaitu Bolaang hingga Minahasa Utara dengan karakteristik tanah yang cukup subur. Sedangkan zona utara yakni Pulau Miangas, Sangihe, hingga pulau Siau, berupa kepulauan [21].

Kendala utama budidaya komoditas hortikultura di rumah kaca, terutama di dataran rendah ialah suhu yang lebih tinggi dibandingkan dengan di luar rumah kaca sehingga transpirasi dalam rumah kaca sangat tinggi. Tanaman akan mati bila tidak diiringi oleh irigasi yang tepat. Oleh sebab itu perlu diupayakan menstabilkan suhu di dalam rumah kaca antara lain dengan membuat alat pemantauan iklim seperti yang dikembangkan [19]. Alat ini mampu menurunkan suhu 03 - 09°C dan meningkatkan kelembaban 25 - 30%. Pemantauan iklim mikro menggunakan *wireless sensor network* (WSN) dikembangkan oleh Balitklimat. Untuk pengembangan alat ini kedepan masih harus dikaji kelayakannya dari segi ekonomi dan teknis.

Kendala lainnya yakni tidak semua petani mampu membuat teknologi rumah kaca dengan cakupan area yang luas karena memerlukan modal yang cukup besar oleh karenanya penelitian yang dilakukan oleh (I made Wahyu Guna Arta dan Ayu Bintang Madrini, 2019) melakukan analisis terhadap terobosan budidaya cabai dengan menggunakan sungkup paranet untuk budidaya cabai secara efektif pada tanaman yang berumur 7 hari sampai dengan 35 hari dengan pertumbuhan dan umur yang sudah mendekati syarat lingkungan pada suhu 16 – 32°C [22].

Untuk mengatasi kelangkaan air dan *trend* penurunan produksi cabai bagi pertanian di masa yang akan datang, terutama di wilayah Sulawesi utara yang diproyeksi akan mengalami penurunan curah hujan, perlu dikembangkan teknologi yang berfungsi untuk melakukan efisiensi penggunaan air baik melalui pengurangan maupun penghematan dan teknologi deteksi sumber daya air. Upaya efisiensi penggunaan air dapat dilakukan melalui revitalisasi saluran irigasi, penjadwalan penyaluran air yang tepat, pengembangan varietas rendah yang tidak membutuhkan air banyak, pengurangan area irigasi, dan perbaikan retensi tanah. Penerapan teknologi panen hujan, pencarian sumber daya air, dan pembangunan embung atau kolam sederhana penampung air dapat digunakan memperoleh air antara lain dapat dilakukan melalui.

Irigasi tetes merupakan suatu sistem irigasi yang digunakan pada budi daya tanaman hortikultura dan telah banyak digunakan. Dengan sistem ini, penggunaan air lebih efisien karena irigasi dapat diberikan sesuai kebutuhan tanaman dan area irigasi lebih kecil sehingga menghemat penggunaan air. Akan tetapi setiap komoditas hortikultura masih memerlukan penelitian tentang kebutuhan air.

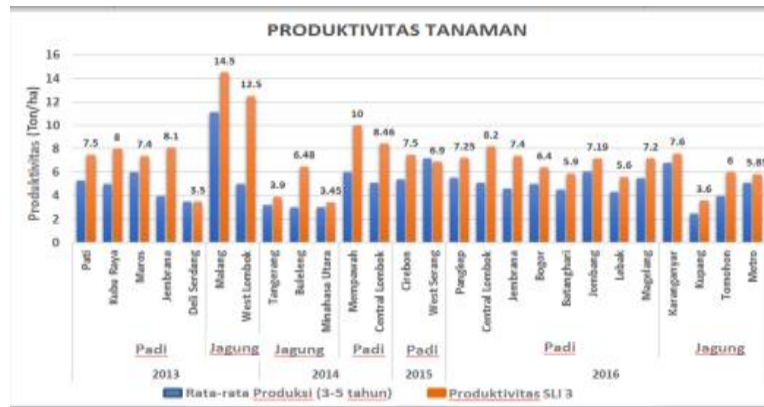
Balai Penelitian Agroklimat dan Hidrologi dengan menggunakan radiasi surya pada lahan kering telah mengembangkan sistem irigasi tetes (Balitklimat 2017). Rejekiingrum and Kertiwa (2017) menyatakan bahwa teknologi sistem irigasi tetes dengan radiasi surya telah dikembangkan di Playen, Gunung Kidul, dan Bantul Yogyakarta. Implementasi teknologi radiasi surya berdampak pada penghematan pengeluaran untuk irigasi, lebih ramah lingkungan dan mampu menurunkan emisi gas rumah kaca.

Kementerian Pertanian sejak 2014 telah mengembangkan embung pertanian. Salah satu teknologi dengan biaya yang relatif murah dan dapat dijangkau pentane adalah embung pertanian yaitu teknologi panen air (*water harvesting*) dan konservasi air yang sederhana. Hamdani et al. (2016) menyatakan teknologi panen hujan dan aliran permukaan di Limampocoe, Kecamatan Cenrana, Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan mampu meningkatkan intensitas pertanaman dan pendapatan petani dan penelitian yang dilakukan oleh (Zaitun, Zulfahrizal, dan Elly Susanti, 2021) telah menerapkan teknologi irigasi tetes di Desa Ie Seu Um, Kecamatan Masjid Raya Aceh Besar dan membuktikan terjadinya peningkatan produksi sebesar 50% dari yang semula hasil maksimal cabai yang didapat 1 kg per pohon, menjadi 1,5 kg per pohon [23].

Sekolah lapangan adalah salah satu upaya untuk meningkatkan kapasitas petani dalam beradaptasi terhadap perubahan iklim. Edukasi terpadu melalui penyuluhan pertanian maupun sekolah lapang iklim perlu terus dilakukan untuk mengoreksi beberapa perbedaan persepsi tentang penyebab perubahan iklim. Persepsi petani yang berbeda terhadap perubahan iklim mempengaruhi mereka untuk dapat beradaptasi. Oleh karenanya diperlukan sekolah lapang iklim untuk menyamakan persepsi serta mendiseminasikan teknologi adaptasi terhadap perubahan iklim [20].

Kementerian Pertanian sejak tahun 2012 telah menyelenggarakan Sekolah Lapang Iklim (SLI) hortikultura (Direktorat Perlindungan Hortikultura 2014). SLI diselenggarakan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan petani dalam memanfaatkan informasi iklim untuk mengantisipasi dampak perubahan iklim terhadap kegiatan usaha tani. SLI diselenggarakan bekerja sama dengan BMKG sebagai institusi yang berkewajiban menghasilkan informasi iklim. Materi yang dikembangkan dalam sekolah iklim ialah pengenalan unsur cuaca dan iklim, pencatatan data iklim, dampak perubahan iklim terhadap pertumbuhan tanaman, dan pengendalian hama terpadu.

BMKG memberikan arahan kepada petugas penyuluh pertanian untuk mampu menerjemahkan iklim informasi kepada petani lebih lanjut mudah dipahami dengan menerapkan 3 fase yakni *training of trainers*, *10 days meeting farmers group*, *reporting productivity & harvest* dan didapat peningkatan produktivitas tani setelah mengikuti program SLI dengan baik.



Gambar 9. Produktivitas Tanaman Sebelum dan Setelah Program SLI.

Peningkatan produktivitas setelah dilakukannya program SLI perlu diadopsi untuk wilayah Sulawesi utara agar dapat memulihkan harga cabai rawit dengan membenahi salah satu variabelnya yakni produksi & stok cabai harus dapat memenuhi kebutuhan pasar [21].

KESIMPULAN

Pada periode 2020 - 2050 wilayah Sulawesi Utara diproyeksikan akan mengalami peningkatan suhu udara maksimum sebesar $> 2,5^{\circ}\text{C}$, perubahan curah hujan sebesar -21% yang menginformasikan bahwa curah hujan akan berkurang. Awal musim hujan diproyeksikan berubah dan peluang curah hujan ekstrem diproyeksikan cenderung meningkat. Perubahan iklim tersebut akan memberi dampak langsung kepada tanaman cabai rawit merah karena persyaratan tumbuh kembang tanaman tersebut seperti suhu antara $24 - 27^{\circ}\text{C}$, kelembaban sebesar 70 – 80% dan pada unsur curah hujan yang dibutuhkan sekitar 50 – 105 mm/perbulan tidak terpenuhi. Hal tersebut menjadi faktor utama stok dan produksi cabai rawit di provinsi Sulawesi utara mengalami penurunan sebesar 13,17%.

Berdasarkan data yang telah dianalisis, permintaan pasar yang meningkat dan tidak diiringi dengan peningkatan produktivitas cabai rawit merah menyebabkan naiknya harga jual pasar. Oleh karena itu empat upaya adaptasi sangat perlu dikembangkan untuk menghadapi perubahan iklim di wilayah Sulawesi utara periode mendatang seperti penerapan algoritma C45 untuk optimasi prediksi waktu yang tepat untuk menanam cabai rawit merah, pengembangan teknologi rumah kaca atau sungkup yang notabenenya *low budget*, pengembangan teknologi irigasi tetes dan memberikan pelatihan kepada petani dan penyuluh guna meningkatkan kapabilitas di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] PIHPSN, "PIHPS Nasional - Beranda." 2021. [Online]. Available: <https://hargapangan.id/>
- [2] "Stok Minim, Harga Cabai Rawit di Manado Melonjak 50 Persen sejak Lebaran - Kompas."

- [3] "Ini Sebab Harga Cabai Makin Pedas." 30 Juni 2022. [Online]. Available: <https://money.kompas.com/read/2020/01/31/143900826/ini-sebab-harga-cabai-makin-pedas>.
- [4] "Ini Sebab Harga Cabai Makin Pedas." 30 Juni 2022. [Online]. Available: <https://money.kompas.com/read/2020/01/31/143900826/ini-sebab-harga-cabai-makin-pedas>.
- [5] "Knowledge Centre Perubahan Iklim - Proklam," *Menlhk*. 2016. [Online]. Available: <http://ditjenppi.menlhk.go.id/kcpi/index.php/aksi/proklam>
- [6] "Proyeksi Perubahan Iklim | BMKG." [Online]. Available: <https://www.bmkg.go.id/iklim/?p=proyeksi-perubahan-iklim>
- [7] Syukur, M. 2012. Cabai Prospek Bisnis dan Teknologi Mancanegara. Penerbit: Agriflo. Depok.
- [8] Naura, A. and Riana, F.D. (2018). Dampak Perubahan Iklim Terhadap Produksi dan Pendapatan Usahatani Cabai Merah (Kasus Di Dusun Sumberbendo, Desa Kucur, Kabupaten Malang). *Jurnal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis (JEPA)* 2(2):147– 158.
- [9] "Petani_ Separuh Panen Cabai Rusak Akibat Cuaca Tak Menentu _ Republika Online."
- [10] Surmaini, E. and Faqih, A. (2016). Kejadian Iklim Ekstrem dan Dampaknya Terhadap Pertanian Tanaman Pangan di Indonesia. *Jurnal Sumber Daya Lahan* 10(2):115–128.
- [11] Sarvina, Y. and Sari, K. (2017). Dampak ENSO Terhadap Produksi dan Puncak Panen Durian di Indonesia. *Jurnal Tanah dan Iklim* 41(2):149–158.
- [12] Badan Pusat Statistik Provinsi Sulawesi Utara. 2021. *Statistik Hortikultura Sulawesi Utara 2020*.
- [13] Badan Pusat Statistik, "Badan Pusat Statistik." pp. 335–58, 2017. doi: 10.1055/s-2008-1040325.
- [14] Ramadhani, F., Runtunuwu, E. and Syahbuddin, H. (2013). Sistem Teknologi Informasi Kalender Tanam Terpadu. *Informatika Pertanian* 22(2):103–122.
- [15] Ramadhani, F., Runtunuwu, E. and Syahbuddin, H. (2013). Sistem Teknologi Informasi Kalender Tanam Terpadu. *Informatika Pertanian* 22(2):103–122.
- [16] T. Walyadi, "Skripsi implementasi algoritma c4.5 untuk menentukan musim tanam cabai merah di daerah magelang," *Walyadi, Teguh*, 2019.
- [17] Moekasam, T. and Prabaningrum, L. (2012). Penggunaan Rumah Kasa untuk Mengatasi Serangan Organisme Pengganggu Tumbuhan pada Tanaman Cabai Merah di Dataran Rendah. *J. Hort.* 22(1):65–75.
- [18] Moekasam, T.K., Gunadi, N., Adiyoga, W. and Sulastri, I. (2015). Moekasam, T.K., Gunadi, N., Adiyoga, W., Sulastri, I. *J. Hort.* 25(2):180–192
- [19] Wahono, S., Sugiyanto and Yohana, E. (2014). Eksperimen Pengaturan Suhu dan Kelembaban Pada Rumah Tanaman. 2(1):49–56.
- [20] Y. Sarvina, "DAMPAK PERUBAHAN IKLIM DAN STRATEGI ADAPTASI TANAMAN BUAH DAN SAYURAN DI DAERAH TROPIS / Climate Change Impact and Adaptation Strategy for Vegetable and Fruit Crops in the Tropic Region," *J. Penelit. dan Pengemb. Pertan.*, vol. 38, no. 2, p. 65, 2019, doi: 10.21082/jp3.v38n2.2019.p65-76.
- [21] BPS Sulawesi Utara, "Provinsi Sulawesi Utara," *Jurnal EMBA*, vol. 4, no. 1. pp. 484–495, 2020. [Online]. Available: https://kkp.go.id/an-component/media/upload-gambar-pendukung/kkp/DATA%20KKP/Materi%20Paparan%20OOC%202018/Stage%202%20-%2029%20Okt%202018/SLI_climate%20smartagriculture.pdf
- [22] W. G. Arta, . Sumiyati, and I. A. B. Madrini, "Analisis Profil Iklim Mikro Pada Budidaya Cabai Rawit (*Capsicum Frutescens* L) Menggunakan Bahan Sungkup Plastik, Paranet, dan Kombinasi," *J. BETA (Biosistem dan Tek. Pertanian)*, vol. 7, no. 1, p. 144, 2018, doi: 10.24843/jbeta.2019.v07.i01.p04.

- [23] Z. Zaitun, Z. Zulfahrizal, and E. Susanti, "Penyuluhan Teknologi Irigasi Tetes Guna Meningkatkan Produktifitas Cabai Di Desa Ie Suum Kecamatan Mesjid Raya Aceh Besar," *Dharmakarya*, vol. 10, no. 4, p. 363, 2021, doi: 10.24198/dharmakarya.v10i4.34823.