

## Heat unit Perkecambahan Benih dan Pertumbuhan Bibit Cengkeh Hutan (*Syzygium obtusifolium* L)

### *Heat unit for Seed Germination and Growth of Forest Clove Seedlings (*Syzygium obtusifolium* L)*

Marwanyani Kamsurya<sup>1</sup>, Samin Botanri<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Pertanian dan Kehutanan Universitas Darussalam Ambon. Jl. Waehakila Puncak Wara Ambon (97128)

\*Korespondensi: [Saminunidar82@gmail.com](mailto:Saminunidar82@gmail.com)

#### **Abstract**

Seed germination and plant seedling growth require a certain number of heat units. Heat units relate to the air suhu received by plants during their growth and development. The research aims to determine the number of heat units for seed germination and seedling growth as well as the correlation of suhu with germination and growth of forest clove seedlings. The research was carried out in Batu Merah Village, Sirimau District, Ambon City, Maluku for seven months from August 2022 - March 2023. Suhu observations were made in the morning, afternoon and evening. The variables observed included percent germination, seed vigor, seedling height, number of leaves, and leaf area, correction factor (*fc*) 0.65. Data were analyzed statistically including analysis of the number of heat units (°C days) and correlation analysis. The results of the research show that for germination of forest clove seeds, a heat unit of 478,240°C days is required, until the seedlings grow for 7 months, the heat unit required is 2,112,310°C days. There is a strong correlation between air suhu and seedling growth parameters with average values, which is shown by the close relationship between suhu and seedling height,  $r = 0.885$ . According to these results, the average coefficient of determination ( $r^2$ ) is 81.25%.

**Keywords :** heat unit, seed germination, seedling growth, forest cloves.

#### **Abstrak**

Perkecambah benih dan pertumbuhan bibit tanaman memerlukan jumlah satuan panas (*heat unit*) tertentu. *Heat unit* berkaitan dengan suhu udara yang diterima oleh tanaman selama masa pertumbuhan dan perkembangannya. Penelitian bertujuan untuk menentukan jumlah *heat unit* perkecambahan benih dan pertumbuhan bibit serta korelasi suhu dengan perkecambahan dan pertumbuhan bibit cengkeh hutan. Penelitian dilakukan di Desa Batu Merah Kecamatan Sirimau Kota Ambon, Maluku berlangsung selama tujuh bulan sejak bulan Agustus 2022 - Maret 2023. Pengamatan suhu pada pagi, siang dan sore hari. Variabel yang diamati meliputi persen daya kecambah, vigor benih, tinggi bibit, jumlah daun, dan luas daun, faktor koreksi (*fc*) 0.65. Data dianalisis secara statistik meliputi analisis jumlah satuan panas (°C hari) dan analisis korelasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perkecambahan benih cengkeh hutan diperlukan *heat unit* sebesar 478,24°C hari, sampai masa pertumbuhan bibit selama 7 bulan *heat unit* yang dibutuhkan sebesar 2.112,31°C hari. Terdapat korelasi yang kuat antara suhu udara dan parameter pertumbuhan bibit dengan nilai rata-rata, yang ditunjukkan oleh keeratan hubungan suhu dengan tinggi bibit  $r = 0.885$ . Sesuai hasil tersebut, maka koefisien determinasi ( $r^2$ ) rata-rata sebesar 81.25 %.

**Kata Kunci :** *heat unit*, perkecambahan benih, pertumbuhan bibit, cengkeh hutan

## I. Pendahuluan

Tanaman cengkeh merupakan salah satu jenis komoditas yang mempunyai arti dan nilai penting bagi masyarakat karena perannya sebagai sumber pendapatan negara dan perekonomian masyarakat. Produksi bunga cengkeh nasional lebih dari 90 % dimanfaatkan sebagai bahan baku industri rokok [1] dan [2], sisanya kurang dari 10 % digunakan untuk kebutuhan lain seperti bumbu masak, bahan baku obat-obatan, bahan pengawet makanan dan lain sebagainya [3]. Cengkeh hutan (*Syzygium obtusifolium* L) merupakan salah jenis cengkeh non-aromatik, pada umumnya tumbuh liar di hutan. Jenis tanaman cengkeh ini dikenal dengan sebutan cengkeh hutan, karena awalnya kegiatan pemanenan dilakukan pada tanaman yang tumbuh liar di hutan [4]. Cara panennya dilakukan secara ekstrim yakni dengan cara memotong cabang atau menebang batangnya, kemudian pemetikan bunganya dilakukan di permukaan tanah. Cara panen yang demikian itu telah menyebabkan populasi cengkeh hutan di area hutan turun drastis, implikasinya para petani tidak dapat mengambil hasil cengkeh hutan dalam habitat alaminya [5]. Oleh karena itu sekitar 10-15 tahun terakhir mulai dilakukan usaha budidaya oleh petani di Maluku, terutama di pulau Ambon. Pada awal aktifitas budidaya bibit cengkeh hutan diambil dari anakan yang tumbuh liar di hutan. Dengan keterbatasan anakan di dalam hutan, kemudian para petani mulai melakukan pembibitan dengan memanfaatkan benih dari cengkeh hutan yang tumbuh liar.

Pada masa sekarang ini petani di Maluku selain mengusahakan tanaman cengkeh aromatik seperti jenis Sansibar, Siputih, Sikotok, dan Ambon [6] juga telah diusahakan tanaman cengkeh hutan, walaupun dalam skala usaha yang relatif masih terbatas. Alasan petani mulai tertarik untuk mengembangkan tanaman cengkeh hutan antara lain karena umur berbunga yang relatif pendek yakni sekitar 7-8 bulan setelah panen sudah mulai muncul priomordia berbunga [7]. Ke depan untuk pengembangan yang lebih luas, maka diperlukan bibit tanaman dalam jumlah memadai dengan kualitas yang baik melalui usaha pembibitan. [8] menyatakan bahwa faktor bibit memegang peranan penting dalam menentukan keberhasilan penanaman tanaman pertanian.

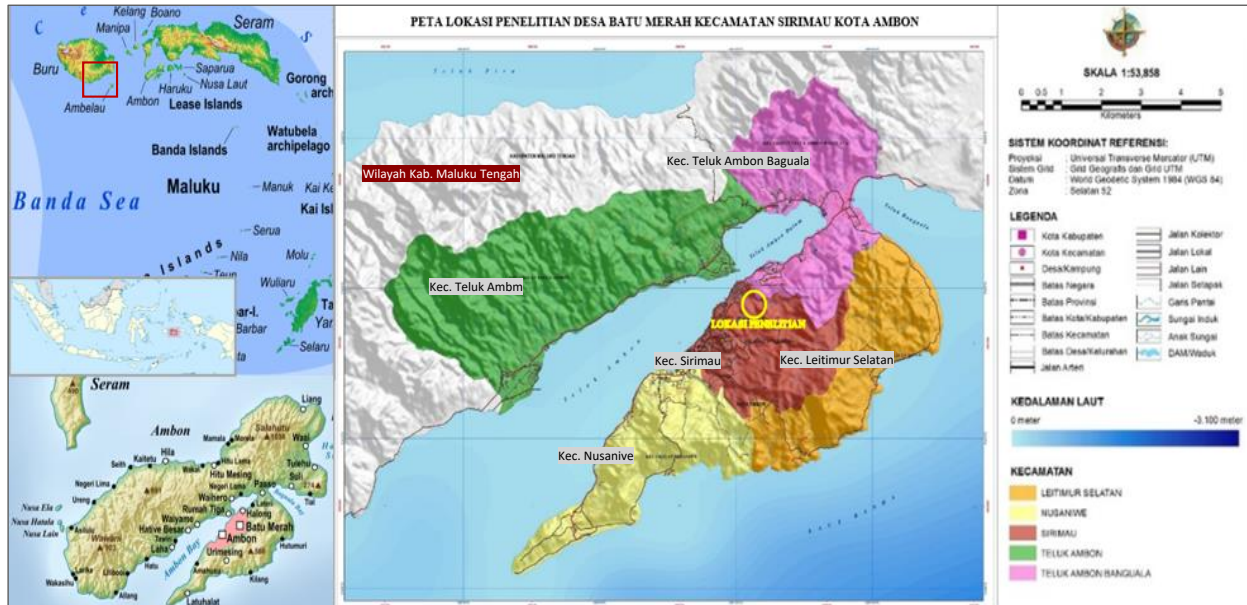
Pertumbuhan dan perkembangan bibit tanaman pada umumnya dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor lingkungan. Iklim merupakan salah satu faktor lingkungan yang mempengaruhi perkecambahan benih dan pertumbuhan bibit tanaman. Suhu merupakan satu dari beberapa komponen iklim yang memiliki peran dalam perkecambahan benih dan pertumbuhan bibit. [9] menyatakan bahwa perkecambahan benih dan pertumbuhan bibit tanaman dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, seperti air, suhu, cahaya, dan media. [10] menyatakan bahwa suhu merupakan faktor utama yang mempengaruhi laju pertumbuhan dan perkembangan tanaman, perubahan suhu berpengaruh terhadap kehidupan tanaman. Besarnya suhu yang diterima tanaman menentukan besarnya heat unit yang diperlukan untuk perkecambahan benih dan pertumbuhan bibit tanaman. Heat unit merupakan total panas dari tanaman untuk tumbuh dan menghasilkan, yang didasarkan pada asumsi bahwa terdapat hubungan linier antara pertumbuhan tanaman dengan suhu udara. Konsep heat unit telah banyak digunakan pada bidang pertanian, dengan mempertimbangkan bahwa tingkat pertumbuhan dan perkembangan tanaman berbanding lurus terhadap suhu diatas suhu dasar [11]. [12] mengemukakan bahwa dalam bidang pertanian dalam kaitannya dengan terminologi suhu, dikenal suatu istilah yaitu satuan panas (heat unit). Satuan panas adalah jumlah panas yang dibutuhkan tanaman selama siklus hidupnya atau selama suatu fase pertumbuhannya. Menurut [13] dikemukakan bahwa kegunaan sistim heat unit antara lain dapat menjelaskan adanya perbedaan lamanya masa pertumbuhan bagi setiap jenis tanaman. Hasil penelitian [14] diperoleh bahwa terdapat korelasi yang kuat

antara heat unit dengan fenologi pembungaan tanaman cengkeh hutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengungkapkan dan menjelaskan total heat unit dalam perkecambahan benih dan pertumbuhan bibit tanaman cengkeh hutan.

## II. Metode Penelitian

### 2.1 Sumber Data

Penelitian dilakukan di Desa Batu Merah Kecamatan Sirinai Kota Ambon Maluku berlangsung selama lima bulan sejak bulan Agustus 2023 sampai Januari 2024. Lokasi penelitian sebagaimana tertera dalam Gambar 1.



Sumber : Peta Administrasi Kota Ambon (<https://www.google.com>), diperbaharui.  
 Gambar 1. Peta lokasi penelitian Desa Batu Merah Kec. Sirinai Kota Ambon, Maluku.

### 2.2 Persiapan Penelitian

Kabupaten Maluku Tengah. Data suhu udara maksimum dan minimum diamati menggunakan thermohigrometer. Heat unit sebagai variabel turunan dari suhu udara, penetapannya menggunakan data suhu maksimum dan minimum lokal harian. Penentuan heat unit menggunakan formula Cross & Zuber sebagaimana yang dikemukakan oleh [14].

$$SP = \sum_{i=1}^n \left( \left( \frac{T_M + T_m}{2} \right) - T_{Ds} \right)$$

Dimana : SP = Satuan Panas (heat unit);  $T_M$  = suhu maksimum harian;  $T_m$  = suhu minimum harian;  $T_{Ds}$  = suhu dasar tanaman, bagi tanaman perkebunan 100C [15];  $i$  = perkecambahan benih dan pertumbuhan bibit cengkeh hutan.

### 2.3 Tahapan Kegiatan

Sebanyak 300 benih digunakan untuk memenuhi tujuan penelitian yang dibagi menjadi 3 ulangan. Benih ditanamkan pada wadah plastik yang berisi tanah berpasir dicampur dengan bahan organik dari limbah penyulingan minyak kayu putih dengan perbandingan 1 : 1 berdasarkan ukuran volume. Setiap wadah dimasukan tanah berpasir yang telah dicampur bahan organik sampai wadah penuh kemudian ditanam 100 butir benih cengkeh hutan. Variabel yang diamati, yaitu : 1). Persen

daya perkecambahan, 2). Vigor benih, 3). Tinggi bibit (cm), 4). Jumlah daun (helai), 5). Luas daun (cm<sup>2</sup>), faktor koreksi (fc) 0.6m. Data dianalisis secara statistik menggunakan software Exel dan Minitab ver.16.

### III. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Hasil Penelitian

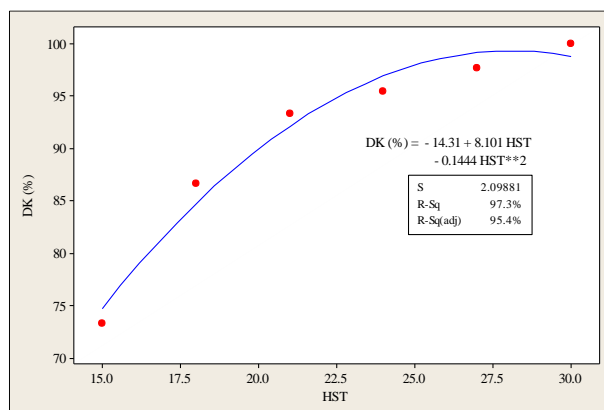
Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya perkecambahan benih setelah dua minggu ditanam (15 HST) terdapat sekitar 73.33 % benih berkecambah. Dengan selang waktu 3 hari pengamatan yakni 18 HST, daya perkecambahan meningkat menjadi 86.67 % dan seterusnya pada pengamatan hari-hari berikutnya. Pada pengamatan sampai dengan 21 HST daya perkecambahan meningkat menjadi 95.45 %, kemudian pada 27 HST daya perkecambahan bertambah menjadi 97.63 % dan daya perkecambahan mencapai 100 % pada pengamatan 30 HST (Tabel 1).

Tabel 1. Daya perkecambahan benih tanaman cengkeh hutan

No.	Pengamatan (hari)	Daya Perkecambahan (%)
1.	15 HST	73.33
2.	18 HST	86.67
3.	21 HST	93.33
4.	24 HST	95.45
5.	27 HST	97.63
6.	30 HST	100.00

Keterangan : HST = hari setelah tanam.

Hasil analisis regresi menunjukkan bahwa dengan bertambah waktu hubungan antara masa perkecambahan dengan persen daya kecambah bersifat kuadratik, artinya dengan semakin bertambah waktu, maka persen perkecambahan benih terus meningkat sampai pada batas waktu selama 28.13 hari perkecambahan benih telah mencapai 100 %. Keeratan hubungan antara lama waktu dengan persen perkecambahan termasuk kategori sangat kuat dengan nilai korelasinya sebesar 0.98 dan besarnya pengaruh waktu perkecambahan terhadap persen perkecambahan benih mencapai 97.3 %, itu berarti bahwa hanya sebagian kecil faktor luar yang yang tidak masuk dalam model, yakni sekitar 2.78% (Gambar 2). Lama waktu perkecambahan sebesar 28.13 % merupakan masa optimum untuk perkecambahan benih cengkeh hutan dimana besarnya daya kecambah benih maksimal sebesar 97.85 %.



Gambar 2. Hubungan antara waktu dan persen daya perkecambahan benih cengkeh hutan

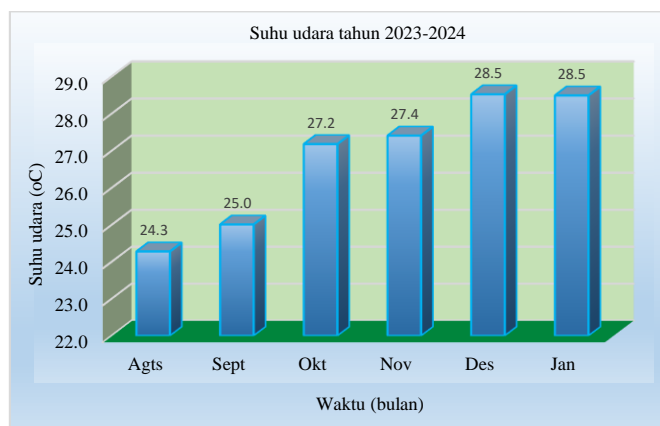
Jumlah heat unit yang diperlukan untuk dapat memulai perkecambahan benih dibutuhkan heat unit sebesar 478.24°C hari. Setelah benih berkecambah diikuti dengan kekuatan tumbuh benih (vigor benih), periode ini dibutuhkan total heat unit sebesar 829.53°C hari (Table 2) . Pertumbuhan bibit tanaman cengkeh hutan diawali dengan pembentukan daun pertama, sifat daun tanaman cengkeh hutan yakni memiliki daun berpasangan, sehingga pada daun pertama jumlahnya sebanyak dua helai. Pada periode pembentukan daun pertama terjadi setelah masa vigor benih, total heat unit yang dibutuhkan untuk pembentukan daun pertama sebesar 1.228.03°C hari. Dalam pertumbuhan bibit selanjutnya terjadi pembentukan daun ke-2, pada saat itu jumlah daun bertambah menjadi empat helai, total heat unit yang diperlukan untuk fase tersebut sebanyak 1.629,22°C hari. Selanjutnya pada pembentukan daun ke-3 dengan jumlah daun sebanyak enam helai, diperlukan total heat unit mencapai 2.112,30°C hari. Kemudian pada periode pengamatan terakhir, sampai dengan hari ke 145 total heat unit yang dibutuhkan sebesar 2.607.34°C hari.

Tabel 2. Total heat unit perkecambahan benih dan pertumbuhan bibit cengkeh hutan

No.	Fase Perkecambahan benih dan Pertumbuhan bibit	Periode	Lama Waktu (hr)	Heat unit (Derajat C hari)
1.	Perkecambahan Benih (PB)	18 Agts – 17 Sept. 2022	30	478,24
2.	PB – Vigor Benih / VB)	18 Agts – 9 Okt. 2022	50	829.53
3.	PB – PD I (2 helai)	18 Agts – 1 Nov. 2022	71	1.228.03
4.	PB – PD II (4 helai)	18 Agts – 23 Nov. 2022	92	1.629.22
5.	PB – PD III (6 helai)	18 Agts – 19 Des.2022	117	2.112.30
6.	PB – PD IV (8 helai)	18 Agts -17 Jan. 2023	145	2.607.34

Keterangan : PD = pembentukan daun.

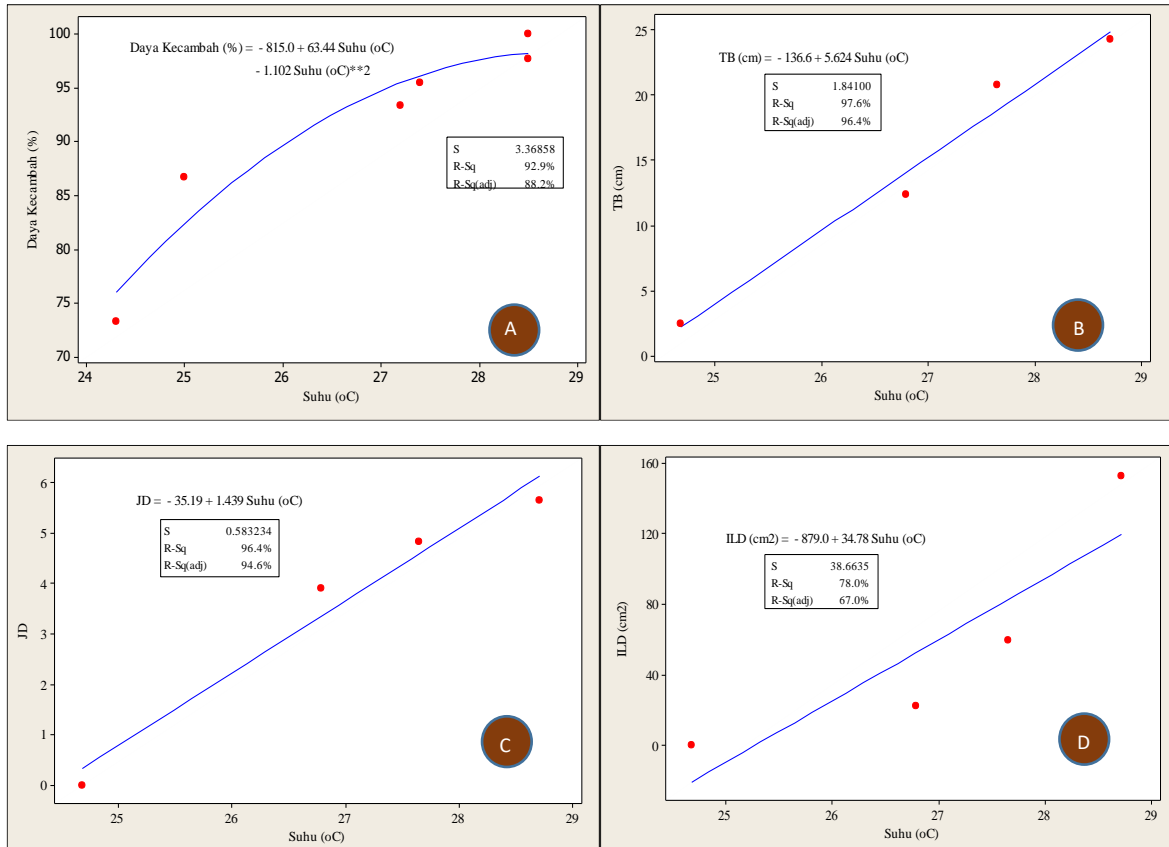
Heat unit berkaitan erat dengan suhu udara, karena suhu merupakan data input yang diperlukan dalam penentuan heat unit. Oleh karena itu besar dan kecilnya suhu udara berkaitan erat dengan heta unit yang diperlukan untuk perkecambahan benih dan perkembangan bibit cengkeh hutan. Kondisi suhu selama penelitian berlangsung sebagaimana tersaji pada gambar 2. Hasil analisis korelasi antara suhu dengan daya perkecambahan (DK) benih cengkeh hutan tampak bahwa korelasinya (r) sebesar = 0.88, artinya terdapat hubungan yang sangat kuat antara suhu dengan perkecambahan benih cengkeh hutan (Gambar 3).



Keterangan : Agts = Agustus; Sept = September; Okt = Oktober; Nov = November; Des = Desember; Jan = Januari

Gambar 3. Kondisi suhu udara di lokasi penelitian tahun 2023-2024

Hasil analisis korelasi suhu dengan daya perkecambahan benih dan parameter pertumbuhan bibit tampak bahwa terdapat keeratan hubungan yang sangat kuat antara suhu dengan daya kecambah benih, tinggi bibit, jumlah daun dan indeks luas daun. Nilai korelasi suhu dengan daya kecambah  $r = 0.96$ , tinggi bibit  $r = 0.99$ , jumlah daun  $r = 0.98$ , dan indeks luas daun  $r = 0.88$ . Berdasarkan hasil tersebut, sebagaimana terlihat pada gambar berikut, tampak koefisien determinasi ( $r^2$ ) masing-masing untuk daya kecambah  $r^2 = 76.8 \%$ , tinggi bibit  $r^2 = 96.4 \%$ , jumlah daun  $r^2 = 96.4 \%$  dan indeks luas daun  $r^2 = 78.0 \%$  (Gambar 4).



Gambar 4. A = hubungan antara suhu dengan daya kecambah; B = hubungan antara suhu dengan tinggi bibit; C = hubungan antara suhu dengan jumlah daun; D = hubungan suhu dengan dengan indeks luas daun

Bentuk hubungan antara suhu dengan daya kecambah bersifat kuadratik, artinya dengan semakin tinggi suhu tidak memberikan pengaruh positif terhadap daya kecambah, tetapi justru sebaliknya dengan semakin bertambah suhu udara, daya kecambah benih cengkeh hutan pada batas tertentu akan menurun. Suhu optimum yang dicapai untuk mendapatkan daya kecambah benih cengkeh hutan terbaik dicapai pada tingkat suhu sebesar  $28.80^{\circ}\text{C}$ , pada taraf suhu udara tersebut daya kecambah maksimum sebesar  $98.03 \%$ . Besarnya kontribusi suhu terhadap daya kecambah benih cengkeh hutan mencapai  $92.9 \%$  (R-square  $0.929$ ). Berlainan dengan bentuk hubungan antara suhu dengan parameter pertumbuhan bibit tanaman cengkeh hutan, dimana secara umum hubungannya bersifat linier, artinya dengan semakin bertambah suhu, parameter pertumbuhan bibit meliputi tinggi bibit, jumlah daun dan indeks luas daun terus meningkat, sampai dengan suhu sekitar  $28.8^{\circ}\text{C}$  tiga parameter pertumbuhan bibit cengkeh hutan masih meningkat. Dalam konteks ini belum dicapai batas suhu optimum untuk pertumbuhan bibit cengkeh hutan.

### 3.2 Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa benih cengkeh hutan mulai berkecambah pada hari ke-15 dan seluruh benih telah berkecambah pada hari ke-30. Hal ini menunjukkan bahwa masa istirahat (dormansi) benih cengkeh hutan berkisar antara 15-30 HST. Pada masa dormansi itu aktifitas fisiologis benih sangat minimal. Dormansi merupakan strategi adaptif yang berperan sebagai penyangga terhadap dampak negatif heterogenitas lingkungan. [16] menyatakan bahwa kondisi lingkungan merupakan dasar reproduksi tanaman dan merupakan faktor penting yang mengendalikan dormansi dan perkecambahan benih. Ketika kondisi lingkungan tidak mendukung untuk berlangsungnya perkecambahan, maka selama itu benih tetap tidak dapat berkecambah, fenomena tersebut dikenal sebagai dormansi benih.

Benih baru dapat berkecambah setelah terpenuhi syarat-syarat yang diperlukan yang meliputi syarat internal dan eksternal. Syarat internal berkaitan dengan sifat benih itu sendiri, misalnya tingkat kematangan benih yakni telah mencapai matang fisiologis. Masa ini merupakan waktu yang baik untuk mendapatkan benih yang bermutu. Hal ini dikarenakan pada masa tersebut benih telah mencapai ukuran maksimal, berat kering benih maksimal, daya kecambah tertinggi dan kadar air benih minimal [17]. Mendapatkan benih ketika buah belum matang fisiologis akan menghasilkan benih dengan kualitas rendah dikarenakan ukuran buah belum maksimal, berat kering masih rendah, dan daya kecambah tidak terlalu tinggi. Dalam konteks itu penyimpanan nutrient di endosperm sebagai cadangan makanan bagi benih untuk dipergunakan selama masa perkecambahan masih terbatas. Kualitas benih yang rendah juga apabila benih diperoleh pada masa yang melewati matang fisiologis. Hal itu dikarenakan pada masa yang melampaui matang fisiologis, cadangan makanan yang terdapat dalam endosperm telah dipergunakan selama proses fisiologis respirasi. Pada proses tersebut cadangan makanan dirombak untuk menghasilkan energi agar supaya benih dapat bertahan hidup, konsekwensinya mutu benih berkurang sebanding dengan lama waktu yang dipakai. [18] menyatakan bahwa benih dimana dalam perkembangannya telah mencapai stadia matang fisiologis biasanya mempunyai cadangan makanan yang sempurna sehingga dapat menunjang pertumbuhan perkecambahan benih. Tingkat kematangan benih pada umumnya dicirikan berdasarkan tingkat kematangan buahnya, apabila buah telah matang fisiologis, maka biji atau benihnya telah mencapai kematangan yang maksimal, yakni memiliki kadar air yang rendah, ukuran maksimal, berat kering maksimal, daya kecambah dan vigor yang maksimal.

Kebutuhan *heat unit* benih cengkeh hutan diawali dengan pancaran radiasi matahari sebagai sumber energi atau sumber panas. Dengan adanya pancaran radiasi matahari, maka terjadi perubahan derajat panas, variabel ini selanjutnya disebut sebagai besarnya derajat panas (*heat unit*). Variabel inilah yang selanjutnya berperan terhadap perkecambahan benih dan pertumbuhan bibit cengkeh hutan. Besarnya *heat unit* untuk perkecambahan benih cengkeh hutan sebesar 478,24<sup>0</sup>C hari sedangkan sampai dengan masa pertumbuhan bibit yakni di hari ke 145 besarnya *heat unit* yang diperlukan sebesar 2.607,34<sup>0</sup>C hari. Besarnya *heat unit* ini yang memainkan peranan dalam perkecambahan dan pertumbuhan bibit tanaman cengkeh hutan. [13] menyatakan bahwa pertumbuhan dan perkembangan tanaman memerlukan sejumlah *heat unit*. *Heat unit* sendiri merupakan sejumlah suhu di atas batas aktivitas vital yang merupakan dasar dari sistim *heat unit*. Jumlah *heat unit* dalam satu hari diperoleh dari pengurangan suhu aktual dengan suhu dasar pada hari itu. [19] dan [20] menyatakan bahwa *heat unit* merupakan faktor penting dalam mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman di bawah kondisi suhu. Hal ini berkaitan dengan pertumbuhan, perkembangan, dan kematangan tanaman sesuai dengan persyaratan *heat unit* spesifik dari setiap tahap dalam perkembangan tanaman.

Suhu udara merupakan input data dalam proses penentuan *heat unit*. Selain itu *heat unit* ditentukan pula oleh lama waktu berlangsungnya fase-fase dalam pembungaan tanaman. Dalam konteks itu, maka dapat dikatakan bahwa suhu udara merupakan salah satu faktor lingkungan yang mempengaruhi perkecambahan dan pertumbuhan bibit tanaman cengkeh hutan. Dalam proses lebih lanjut, suhu mempengaruhi proses fotosintesis dan respirasi tanaman [21]. Jika suhu udara tinggi atau rendah, maka akan mengganggu reaksi fotosintesis dan respirasi sehingga mempengaruhi perkembangan tanaman. Menurut [22], dikatakan bahwa suhu udara dapat mengontrol reaksi biokimia, fisiologi, dan stabilitas sistem enzim tanaman. Selain itu, suhu juga dapat mempengaruhi beberapa proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman seperti respirasi, fotosintesis, dormansi, pembungaan, dan pembentukan buah. Suhu yang rendah menyebabkan laju fotosintesis menjadi lambat, sehingga mengakibatkan laju pertumbuhan dan perkembangan menjadi lambat. Jika suhu udara di sekitar tanaman terlalu rendah atau tinggi dapat menghambat perkembangan tanaman. Dalam kaitan suhu dengan perkembangan tanaman cengkeh hutan, [23] menjelaskan bahwa Suhu udara merupakan variabel yang mempunyai pengaruh terbesar terhadap fase-fase dalam pertumbuhan, perkembangan dan pembungaan tanaman cengkeh hutan.

#### IV. Kesimpulan

Heat unit berpengaruh terhadap perkecambahan benih dan pertumbuhan bibit tanaman cengkeh hutan. Besarnya heat unit yang diperlukan untuk mendukung perkecambahan benih tanaman cengkeh hutan sebesar 478,24<sup>0</sup>C hari, sedangkan total heat unit dalam mendukung pertumbuhan bibit cengkeh hutan sebesar 2.607,34<sup>0</sup>C hari. Terdapat hubungan yang sangat kuat antara heat unit dengan perkecambahan benih dan pertumbuhan bibit dengan korelasi sebesar  $r = 0,96$  dan  $r = 0,95$ . Besarnya pengaruh heat unit melalui pengaruh suhu udara terhadap perkecambahan benih dan pertumbuhan bibit cengkeh hutan, masing-masing sebesar 76,80 % ( $r^2 = 0,7680$ ) dan 90,27 % ( $r^2 = 0,9027$ ).

#### Daftar Pustaka

- [1] Abdullah, BH., Hatem, SF., Jumaa, W. (2015). A comparative study of the antibacterial activity of clove and rosemary essential oils on multidrug resistant bacteria. *Pharmaceutical and Biosciences Journal* 18-22.
- [2] Syukur, Sukarman, dan Bermawie, N. 2016. Pengelompokan pohon induk cengkeh terpilih di Kabupaten Sumedang berdasarkan karakter morfologi. *Jurnal Littri* vol. 22 (1) : 29-36.
- [3] Hussain, S., Rahman, R., Mushtaq, A., Zerey-Belaskri, A.E. 2017. Clove: A review of a precious species with multiple uses. *IJCBS*, 11: 129-133.
- [4] Kamsurya, M.Y., Ala, A., Musa, Y., dan Rafiuddin. 2022. Short Communication: Correlation of flowering phenology and heat unit of forest cloves (*Syzygium obtusifolium*) at different elevations in Maluku Province, Indonesia. *Biodiversitas J*, 23(11) : 5593-5599. DOI: 10.13057/biodiv/d231107.
- [5] Kamsurya, M.Y. 2023a. Karakterisasi Tanaman Cengkeh Hutan (*Syzygium Obtusifolium* L.) di Pulau Ambon dan Faktor Yang Mempengaruhi Fenologi Pembungaan (Disertasi). Sekolah Pascasarjana Univ. Hasanuddin Makassar.



- [6] Bermawie, N., dan S. Wahyuni, 2007. Keragaan potensi hasil dan mutu beberapa genotipe cengkeh (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr & Perr). Prosiding seminar Nasional rempah, 21 Agustus 2007, Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, Bogor.
- [7] Kamsurya, M.Y., Ala, A., Musa, Y., dan Rafiuddin. 2023b. Characteristics of the Forest Clove Plant Organ (*Syzygium obtusifolium* L) Endemic Maluku, Indonesia. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 1134. doi:10.1088/1755-1315/1134/1/012030
- [8] Rosa, R.N and Zaman, S. 2017. *Management Oil Palm (Elaeis guineensis Jacq.) Nursery in Bangun Bandar Estate, North Sumatera*. Bul. Agrohorti 5 (3) : 325-333. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/bulagron/article/view/16470>. DOI: <https://doi.org/10.29244/agrob.v5i3.16470>.
- [9] Suhartati & Rahmayanti, S. 2007. *The Effect of Various Material Type of Bokashi as Media for Gmelina (Gmelina arborea Roxb.) Seedlings*. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam. Vol. IV(6) : 615-626. <https://media.neliti.com/media/publications/491222-none-f293ca1c.pdf>
- [10] Hatfield, J.L., Prueger, J.H. 2015. Temperature extremes : Effect on plant growth and development. *Weather and Coservation Extremes*, vol. 10 : 4-10. DOI : org/10.1016/j.wace.2015.08.001
- [11] Handoko, 1994. Bogor Jurusan Geofisika dan Meteorologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor.
- [12] Sugito, Y. 1999. *Ekologi Tanaman*. Penerbit Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang. 127 hal.
- [13] Wiraatmaja, I.W, 2017. Suhu, energi matahari, dan air dalam hubungan dengan tanaman. Fakultas Pertanian Universitas Udayana Bali.
- [14] Estiningtyas W dan Irianto, G. 1994. Akumulasi satuan panas dalam budidaya tanaman kedelai di Lombok, Nusa Tenggara Barat. *J. Agromet X(1)* : 8-14.
- [15] Brown, P.W. 2013. Heat Unit. The University of Arizona, Collage of Agriculture and Life Sciences. <https://cals.arizona.edu/crop/cropmgt/az1602>.
- [16] Klupczynska, E.A., and Pawłowski, T.A. Regulation of Seed Dormancy and Germination Mechanisms in a Changing Environment. *Int. J. Mol. Sci.* 2021, 22, 1357. <https://doi.org/10.3390/ijms22031357>.
- [17] Kamil, J. 1986. *Teknologi Benih*. Angkasa Raya Padang.
- [18] Fitriani dan Nurhalima, S. 2022. Pengaruh Tingkat Matang Fisiologis Benih terhadap Viabilitas dan Pertumbuhan Bibit Tanaman Lengkung (*Dimocarpus longan* Lour.). Repositori Institusi Universitas Sumatera Utara. <https://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/48493>
- [19] Meena, H.M., Rao, AS. 2015. Growing degree days requirement of sesame (*Sesamum indicum*) in relation to growth and phonological development in Western Rajasthan. *Advances in Agricultural Sciences*, vol. 5 (1) : 107-110. <https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:caas&volume=5&issue=1&article=025>

- [20] Parthasarathi T, Velu G, Jeyakumar P (2013). Impact of crop heat units on growth and developmental physiology of future crop production: A review. *J Crop Sci Tech* 2 (1): 2319-3395.
- [21] Dusenge ME, Duarte AG, Way DA (2019). Plant carbon metabolism and climate change: elevated CO<sub>2</sub> and temperature impacts on photosynthesis, photorespiration and respiration. *New Phytologist* 221 (1): 32-49.
- [22] Hasanuzzaman M, Nahar K, Alam M, Roychowdhury R, Fujita M (2013). Physiological, biochemical, and molecular mechanisms of heat stress tolerance in plants. *International journal of molecular sciences*, 14 (5): 9643-9684.
- [23] Kamsurya, M.Y., Ala, A., Musa, Y., dan Rafiuddin. 2023c The Effect Micro Climate on The Flowering Phenology of Forest Clove Plants (*Zyzygium obtusifolium* L). *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 1134. doi:10.1088/1755-1315/1134/1/012031