

PERTUMBUHAN DAN HASIL JAHE PADA KETINGGIAN TEMPAT YANG BERBEDA

M. Hadad, EA., E. Rini Pribadi, Taryono dan O. Rostiana

Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat

ABSTRAK

Meningkatnya permintaan rimpang jahe mendorong pengembangan tanaman ini pada berbagai kesempatan dan ketinggian yang tidak sesuai. Penelitian dilaksanakan di KP. Cimanggu (240 m) dan KP. Manoko (1200 m) dengan lias petak percobaan 4 x 2 m/ Dengan ulangan dua kali, tindakan agronomis dilakukan sesuai yang telah dianjurkan. Rancangan penelitian adalah acak kelompok untuk percobaan lapang dan faktorial untuk perlakuan. Faktor yang diuji ialah tempat, umur panen 5,6,7,8,9,10,11 dan 12 bulan serta pengaruh faktor iklim, yakni curah hujan, hari hujan, kelembaban, suhu udara dan radiasi matahari terhadap jumlah tunas, produksi rimpang, serta kandungan pati, serat dan abu.

Di dataran rendah jahe tumbuh lebih cepat dan produksi rata-rata lebih tinggi. Jumlah tunas tidak menggambarkan keadaan bobot rimpang. Penanaman jahe di dataran tinggi di KP. Manoko, 1200 m atas permukaan laut, tidak cocok. Pemanenan pada umur 7 bulan di dataran rendah menghasilkan produksi rimpang dalam kondisi puncak dengan kandungan pati tertinggi serta serat terendah.

Hari hujan, suhu udara dan radiasi matahari berpengaruh terhadap pertumbuhan dan produksi jahe di kedua tempat. Kenaikan satu satuan temperatur rata-rata 1 bulan sebelum panen menaikkan kandungan pati 25,49 %. Bertambahnya rata-rata hari hujan satu satuan selama pertanaman menaikkan pati 4,32 % dari bobot rimpang jahe.

Tanaman jahe (*Zingiber officinale* ROSE) termasuk suku *Zingiberaceae*, memiliki rimpang, berbatang semu terdiri atas pelepah atau upih, yang berselang-seling teratur membentuk dua bariis dengan tinggi tanaman antara 30-100 cm. Nilai ekonominya terletak pada rimpang.

Pengembangan jahe dalam beberapa tahun ini cukup pesat dan tersebar di berbagai tempat dengan ketinggian yang beragam. Pesatnya pengembangan mendorong para petani dan pengusaha untuk menanam jahe pada berbagai kesempatan. Hal ini dapat menimbulkan kerugian seandainya secara kebetulan mendapatkan daerah yang tidak sesuai.

Menurut SUDIARTO (1978) ketinggian tempat yang sesuai berkisar antara 0-900 m di atas permukaan laut dengan curah hujan 2500-4000 mm per tahun. Sedangkan menurut MARJONO (1978) ketinggian tempat yang sesuai sampai 1500 m di atas permukaan laut, curah hujan rata-rata 1500 mm per tahun dengan musim kering yang pendek. Di Jamaika, jahe ditanam pada ketinggian 450-900 m di atas permukaan laut dengan curah hujan rata-rata 1800 mm per tahun (PAULOSE, 1973).

Berdasarkan hal tersebut maka usaha peningkatan produksi jahe perlu memperhatikan faktor iklim terutama tinggi tempat di atas permukaan laut, suhu, radiasi matahari dan curah hujan.

Penelitian ini bertujuan mendapatkan informasi tentang pertumbuhan tanaman jahe serta hasilnya pada dua tempat dengan ketinggian dan beberapa faktor iklim yang berbeda.

BAHAN DAN METODE

Jenis jahe yang digunakan adalah klom jahe putih besar atau lebih dikenal dengan nama jahe badak. Bibit cukup baik dan sehat. Sebelum penanaman, rimpang dibibitkan sampai tumbuh tunas dengan tinggi 2-3 cm. Setiap lubang ditanami dengan satu bibit yang telah bertunas. Ukuran petak 4 x 2 m, dengan jarak tanam 1 x 0,80 m. Sebagai contoh tanaman per petak diambil 10 rumpun. Tindakan agronomi lainnya seperti pengolahan tanah, pemupukan dan pemeliharaan mengikuti petunjuk bercocok tanam, yang telah dianjurkan (SUDIARTO, 1978). Waktu penelitian Januari - Desember 1981.

Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok untuk percobaan lapang dan faktorial untuk rancangan perlakuan. Ulangan dua kali. Faktor yang diuji adalah tempat dan umur panen. Faktor tempat, Kebun Percobaan (KP) Cimanggu dengan ketinggian tempat 240 m di atas permukaan laut dan KP Manoko dengan ketinggian tempat 1200 m di atas permukaan laut. Faktor umur panen terdiri atas, 5 bulan, 6 bulan, 7 bulan, 8 bulan, 9 bulan, 10 bulan, 11 bulan dan 12 bulan setelah tanam.

Aspek yang diamati adalah 1) Jumlah anakan, diamati tiap bulan 2) produksi rimpang dan 3) Kandungan pati, serat dan abu. Faktor iklim yang diamati adalah curah hujan, hari hujan, kelembaban, suhu udara dan radiasi matahari.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan jahe di kedua tempat menampilkan perbedaan yang nyata sejak awal, antara lain terlihat dari pertumbuhan yang baik dan merata umur 7 - 14 hari untuk pertanaman di KP. Cimanggu dan baru dicapai umur 40 - 50 hari untuk pertanaman di KP. Manoko. Demikian pula dengan keadaan jumlah anakan nyata lebih banyak pada pertanaman di KP. Cimanggu dibandingkan dengan di KP. Manoko (Tabel 1). Perbedaan ini mungkin disebabkan akumulasi dari faktor iklim, dimana jumlah curah dan hari hujan, suhu dan radiasi matahari lebih tinggi di KP. Cimanggu dibanding di KP. Manoko selama pertanaman (Tabel 2 dan 3). Jumlah curah dan hari hujan sebelum penanaman di kedua tempat ini dianggap cukup, yaitu di KP Manoko curah dan hari hujan pada bulan Nopember dan Desember 1980 mencapai angka 393 mm dengan 23 hh dan 300 mm dengan 20 hh,

sedangkan di KP. Cimanggu dicapai angka 668 mm dengan 22 hh dan 554 mm dengan 23 hh. Keadaan tersebut sudah cukup membasahi tanah dan pori-pori tanah terisi baik.

Tabel 1 : Jumlah anakan dalam stadia umur 1-8 bulan dan total produksi rimpang

Tempat	Bulan 1	Bulan 2	Bulan 3	Bulan 4	Bulan 5	Bulan 6	Bulan 7	Bulan 8	Berat rimpang
Cimanggu (240 m)	1.07 a	1.37 a	2.63 a	4.07 a	8.59 a	8.40 a	8.60	5.72	9.22 a
Manoko (1200 m)	0 b	0.59 b	1.31 b	1.56 b	2.01 b	2.42 b	2.33 b	2.00 b	2.90 b
CV (%)	9.38	15.61	33.76	30.95	23.35	7.28	20.26	49.04	43.75

*) Angka rata-rata yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%.

Tabel 2 : Data Klimatologi KP. Cimanggu Tahun 1981. (Anon 1981.a)

Lokasi : KP. Cimanggu
Tinggi Dpl. : 240 meter

Garis Lintang : 06°30'LS.
Garis Bujur : 106°46'BT.

Bulan	S u h u Udara (c)			Curah hujan		Kelembaban Nisbi				Penyinaran Matahari (%)	Evaporasi Cal/Cm ³	
	Max.	Min.	Rata-rata	Ma.	Hh.	07.00	13.00	18.00	Rata-rata			
Januari	27.5	21.4	24.3	445	28	96	84	90	90	1.16	220	4.8
Pebruari	29.4	22.0	25	229	18	89	72	89	83.33	3.36	312	4.8
Maret	30.1	21.9	25.4	599	23	93	65	90	82.67	5.04	398	4.0
April	30.7	20.7	26.4	380	17	94	63	82	79.67	5.29	405	5.6
Mei	30.6	20.7	26.3	256	17	96	65	83	81.33	6	374	4.2
Juni	30.6	20.2	26.5	348	16	95	61	78	78	6.24	300	4.2
Juli	30.0	21.3	26.1	565	18	95	62	77	78	6.22	363	4.0
Agustus	30.5	21.2	26.5	109	11	94	62	69	75	6.20	374	4.6
September	30.4	21.7	26.3	427	14	94	63	76	77.67	5.12	396	4.4
Oktober	31.1	22.2	26.5	336	10	93	63	79	78.33	5	417	4.9
November	30.6	21.7	25.9	239	14	91	70	83	81.33	3.11	434	4.4
Desember	31.1	21.7	25.2	400	13	93	72	82	82.33	4.23	354	5.0
Jumlah	362.6	256.7	310.4	4333	199	1123	802	978	967.6	56.97	4256	54.9
Rata-rata	30.2	21.4	25.8	361	16	93.6	66.8	81.5	80.6	4.74	354.6	4.5

Tabel 3 : Data Klimatologi KP. Manoko Tahun 1981 (Anon b. 1981)

Lokasi : KP. Manoko
Tinggi Dpl. : 1 200 Meter

Garis Lintang : 06°44'LS.
Garis Bujur : 107°37'BT

Bulan	S u h u Udara (c)			Curah hujan		Kelembaban Nisbi			
	Max.	Min.	Rata-rata	Mm.	Hh.	07.00	13.00	18.00	Rata-rata
Januari	21.0	19.0	20.0	97	23	97.0	82.0	95.0	91.3
Pebruari	21.1	19.7	20.4	26	13	97.3	83.1	92.9	91.1
Maret	21.4	19.7	20.6	288	22	98.3	91.3	97.3	95.6
April	21.7	20.0	20.9	250	18	99.2	86.1	98.9	94.7
Mei	21.8	20.3	21.1	68	17	98.1	87.3	95.9	94.7
Juni	21.1	19.1	20.1	71	11	96.5	87.7	94.2	92.8
Juli	21.1	19.1	20.1	84	13	97.6	77.0	95.8	90.1
Agustus	20.9	19.2	20.0	13	6	96.3	82.7	92.4	90.4
September	21.7	19.9	20.8	100	17	95.3	84.9	92.8	91.0
Oktober	21.1	20.0	20.5	143	8	93.8	84.9	93.5	90.8
Nopember	22.0	19.0	20.5	254	21	99.1	97.4	95.4	94.1
Desember	22.2	19.0	20.6	167	11	98.2	87.4	94.8	93.5
Jumlah	194.6	175.6	245.5	1150	122	874.1	777.6	855.8	1110.5
Rata-rata	16.2	14.5	20.5	95.8	10.2	72.8	64.8	71.3	92.5

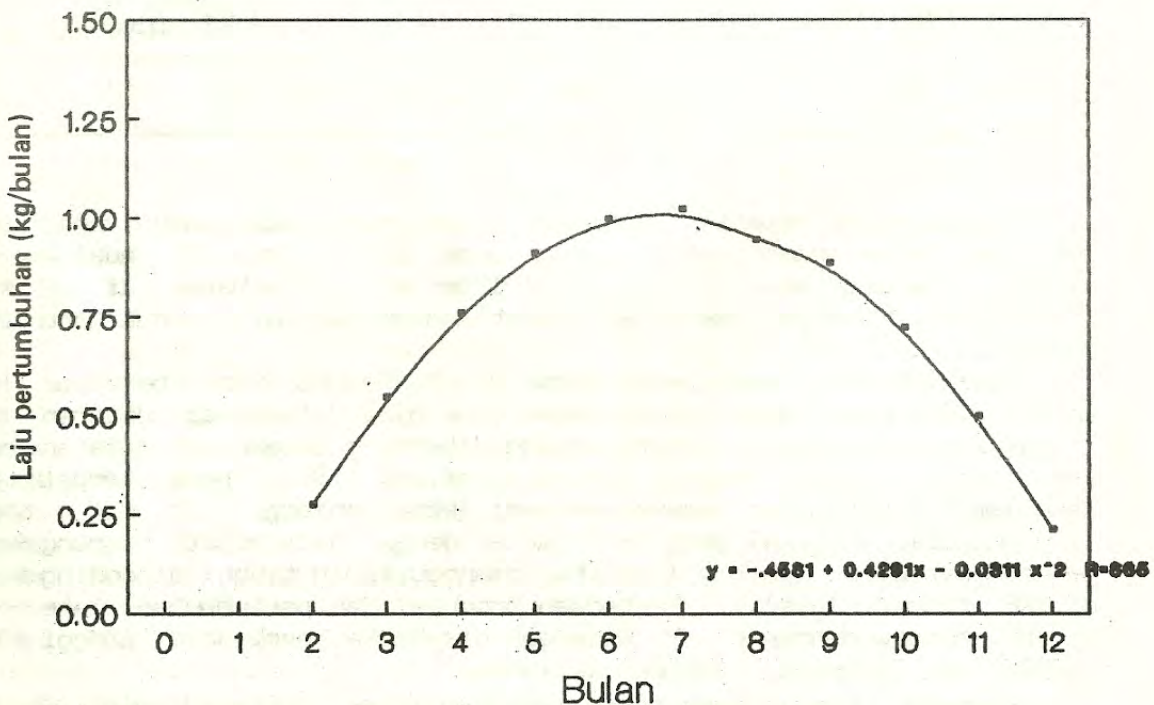
Diduga hujan sebanyak ini sudah cukup menurunkan suhu tanah sehingga pelaksanaan waktu tanam pada bulan Januari adalah tindakan paling tepat. Dari tabel 1 terlihat pula bahwa di KP Manoko pada bulan pertama belum tumbuh anakan dan bulan kedua baru mencapai 0,59.

Keterlambatan masa pertumbuhan di KP. Manoko yang berkisar antara 35-50 hari menunjukkan bahwa jahe bila ditanam di dataran tinggi umurnya menjadi lebih panjang dibanding dengan di dataran yang lebih rendah. Menurut Baharsjah et.al. (1985) pada tempat yang lebih tinggi umur tanaman menjadi lebih panjang.

Analisis produksi yang ditunjukkan dengan data bobot rimpang berbeda nyata, dengan hasil di KP. Cimanggu lebih tinggi dibanding di KP. Manoko (Tabel 1). Perbedaan produksi dan pertumbuhan jahe di KP. Manoko dengan di KP. Cimanggu disebabkan perbedaan tinggi tempat dan beberapa faktor iklimnya.

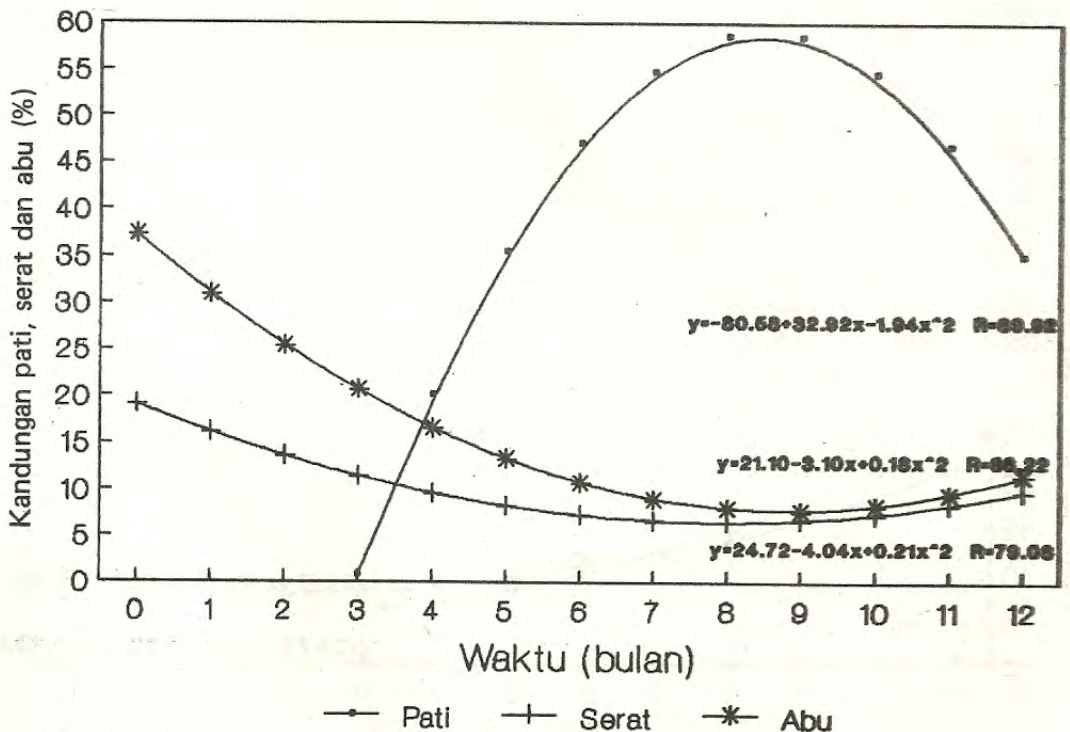
Pengaruh tinggi tempat terutama berkaitan dengan perbedaan laju proses metabolisme tanaman (BAHARSJAH et.al., 1985). Setiap kenaikan 1000 m dari permukaan laut suhu turun 5.5 - 6.2°C. Radiasi matahari biasanya relatif lebih rendah pada dataran tinggi karena cuaca sering berawan dan lama penyinaran harian berkurang. Keadaan

lingkungan seperti itu tidak disenangi tanaman jahe, karena berdasarkan tingkat fotosintesa dan respirasinya tanaman jahe memerlukan jumlah radiasi matahari yang banyak pada fase pertumbuhannya (SUDIARTO, 1978). Menurut PAULOSE (1973) jahe menghendaki suhu lingkungan antara 28-35°C. Pada umumnya jahe menghendaki iklim panas sampai sedang dengan kelembaban tinggi dan selama pertumbuhan rumpun tanaman menghendaki banyak radiasi matahari (SUDIARTO, 1987). Faktor suhu merupakan faktor penting untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman (BAHARSJAH et.al., 1985). Karena proses fisik dan kimia juga dikendalikan oleh suhu dan selanjutnya proses tersebut mengendalikan reaksi biologi yang berlangsung dalam tanaman (HARJADI, 1979). Dengan demikian ditinjau dari segi suhu maka tanaman jahe kurang tepat dikembangkan di sekitar KP. Manoko dengan ketinggian 1200 m di atas permukaan laut. Selain hal itu faktor curah hujan dan hari hujan di KP. Manoko lebih rendah dari pada di KP. Cimanggu yaitu 1150 mm dalam 122 hh berbanding 4333 mm dalam 199 hh. Keadaan ini mungkin juga kurang mendukung kebutuhan pertumbuhan jahe karena jahe membutuhkan curah hujan 3000-4000 mm per tahun (SUDIARTO, 1978).



Gambar 1. Pengaruh umur panen terhadap berat kotor jahe di Kp. Manoko dan Kp. Cimanggu

Bobot rimpang pada tiap umur panen di tiap tempat tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Akan tetapi analisis yang dilakukan secara gabungan antara KP. Cimanggu dan KP. Manoko menunjukkan bahwa bobot rimpang yang dihasilkan pada umur 5, 6, 7, 8, 9 dan 10 bulan adalah hampir sama besar. Hal tersebut menggambarkan bahwa pertumbuhan rimpang sejak umur 5 bulan telah mencapai pertumbuhan stationer. Setelah itu penambahan bobot sedikit sekali dan tertinggi pada umur 6,9 bulan (Gambar 1). Yang berarti bahwa pemanenan pada umur 7 bulan hampir sama hasilnya dengan 3-5 bulan kemudian. Kemungkinan lain yang akan terjadi bila diberikan manipulasi agronomis pemacu metabolis. Nampaknya memanipulasi tindakan agronomi sebaiknya dilakukan sebelum tanaman mencapai umur 5 bulan. Hasil panen pada umur 11 dan 12 bulan menunjukkan angka yang rendah. Ini disebabkan gangguan penyakit busuk rimpang yang berjangkit di KP. Cimanggu sehingga tidak seluruh rumpun dapat dipanen.



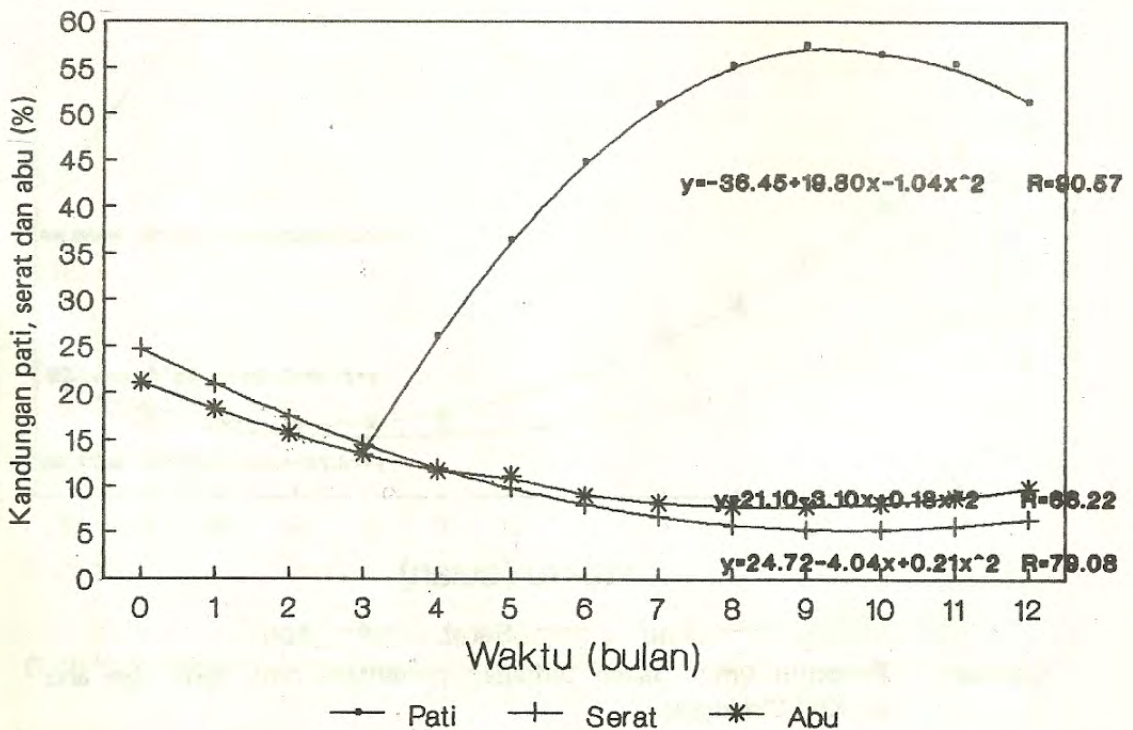
Gambar 2. Pengaruh umur panen terhadap persentase pati, serat dan abu di Kp. Cimanggu

Jumlah anakan dengan bobot rimpang tidak menunjukkan adanya hubungan yang nyata. Yang berarti bahwa jumlah anakan tidak menggambarkan bobot rimpang, seperti yang digambarkan dalam analisis regresinya $Y = -5.6083 + 1.4863 x - 0.0754 x_2$ dengan $R = 66.81\%$. Hal tersebut mungkin disebabkan karena disamping adanya

faktor genetik, juga tindakan agronomis sangat berpengaruh terhadap jumlah anakan dan bobot rimpang.

Hubungan antara waktu dengan kandungan pati, serat dan abu dari jahe di KP. Cimanggu dan KP. Manoko berbeda nyata. Pada pertanaman jahe di KP. Cimanggu persentase pati tertinggi diperoleh umur panen 8.48 bulan. Pada umur panen tersebut, pati yang terkandung pada rimpang mencapai 59.22 % dari bobot rimpang. Sedangkan persentase serat dan abu terendah dicapai pada masa panen umur 7.95 bulan dan 8.83 bulan. Pada masa panen tersebut serat yang diperoleh 6.42 % dan abu 7.63 % dari bobot rimpang (Gambar 2).

Di KP. Manoko persentase pati tertinggi diperoleh pada umur panen 9.57 bulan. Panen pada umur tersebut pati yang terkandung pada rimpang mencapai angka 58.74 % dari bobot rimpang. Penen pada umur 9,62 bulan persentase serat 4.29 % dari bobot rimpang. Sedangkan persentase abu terendah jika dipanen pada umur 8.61 bulan, dengan kadar abu yang diperoleh 7.75 % dari bobot rimpang (Gambar 3).



Gambar 3. Pengaruh umur panen terhadap persentase pati, serat dan abu di Kp. Manoko

Dari hubungan waktu dengan kandungan pati dan serat tersebut diatas terlihat bahwa persentase pati tertinggi di KP Manoko dicapai lebih lambat 1,11 bulan. Ini berarti umur tanaman di KP. Manoko lebih panjang sekitar 1.11 - 1.67 bulan atau 35 - 50 hari dari di KP. Cimanggu.

Proses penimbunan pati berlangsung karena chloroplast di sheath bundel besar berbeda dengan dimorphic chloroplast (FATCHURCHIM, 1979). Proses ini lebih aktif pada stadia pertumbuhan stationer karena kelebihan energi tidak lagi untuk peningkatan pertumbuhan, akan tetapi ditimbun.

Sintesis pati dapat berlangsung melalui UDPG (Uridin difosfo glukosa), tetapi sebagian besar dari pati dibentuk melalui lintasan yang melibatkan adenosin difosfo glukosa (ADPG), sintesis selulosa berlangsung hampir sama seperti pati, kecuali yang berfungsi sebagai donor glucosanya GDPG (guanosin difosfoglukosa), pati dan selulosa terdiri atas molekul glukosa bedanya pati mengandung alfa D-glukosa sedangkan selulosa mengandung BETHA D-glukosa, dan dengan enzim katalisatornya jumlah kandungan pati dan selulosa berubah-ubah memenuhi kebutuhan metabolisme tanaman (PRAWIRANATA, 1981).

Hubungan faktor iklim yang teramati dengan jumlah anakan, bobot rimpang, kandungan pati, serat dan abu pada rimpang jahe tercantum dalam tabel 4. Di KP. Cimanggu kandungan pati dipengaruhi oleh rata-rata hari hujan selama pertanaman, suhu minimum satu bulan sebelum panen. Secara persial tiap kenaikan suhu rata-rata satu bulan sebelum panen, sebesar satu satuan dari selang suhu yang ada akan menyebabkan kenaikan pati sebesar 25.49 % dan dengan bertambahnya rata-rata hari hujan satu satuan selama pertanaman akan menaikkan pati sebesar 4.32 %. Akan tetapi persentase pati akan turun sebesar 0.54 % jika rata-rata suhu minimum satu bulan sebelum panen naik sebanyak satu satuan.

Pada umumnya suhu udara dalam siklus Calvin mempunyai kisaran optimal antara 5 - 30°C (KASSAM, 1978). Untuk tanaman jahe suhu optimal tersebut berkisar antara 28 - 35°C (PAULOSE, 1972). Pengaruh suhu udara pada respirasi cukup besar. Dengan perhitungan dalam RQ yaitu perbandingan besarnya volume CO₂ yang dibebaskan dengan oksigen (O₂) yang diserap, diperoleh peningkatan RQ dengan meningkatnya suhu udara dari 5 - 30°C. Meningkatnya respirasi sehubungan dengan peningkatan suhu mengikuti hukum van't Hoff yakni bahwa tiap kenaikan 10°C rata-rata respirasi meningkat dua kali lipat, bila faktor lain tetap (PANDEY dan SINHA, 1978).

Translokasi air dan hara erat hubungannya dengan transpirasi. Transpirasi yang lebih besar akan mengakibatkan translokasi berjalan lebih cepat. Translokasi merupakan aliran larutan organik dan anorganik dari suatu bagian kebagian lain tanaman. Radiasi matahari mempunyai pengaruh yang besar terhadap aliran hasil fotosintesis daun. Intensitas fotosintesis menentukan besarnya distribusi hasil-hasil fotosintesis dan berpengaruh terhadap pertumbuhan akar dan batang. Rendahnya radiasi

menghambat proses translokasi keperakaran. Suhu udara sangat mempengaruhi translokasi (PANDEY dan SINHA, 1978).

Tabel 4 : Faktor iklim yang berpengaruh terhadap Jumlah anakan, Berat kotor jahe, % Pati, % Serat, % Abu

Peubah terikat	Peubah bebas											R/r	
	Constanta	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10		X11
KP. Cimanggu													
Berat kotor jahe	12.7043	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.54	-53.27 _‡
% Pati	768.83	-	-81.94	25.49	-	4.32	-	-	-	-	-	12.80	95.90 _‡
% Serat	15.72	-	5.17	-4.49	-	-	-	-	-	-	-	-	73.75 _‡
% Abu	-272.91	-	23.21	-	-	-	-	-	-	-	-6.91	-	81.41 _‡
KP. Manoko													
Berat kotor jahe	-0.55	-	-	-	-	0.053	-	-	-	-	-	-	59.71 _‡
% Pati	395.68	-	-	-	-	-1.92	-	0.397	-	-3.436	-	-	95.02 _{‡‡}
% Serat	-4.41	-	-	-	0.798	-	-	-	-	-	-	-	80.90 _{‡‡}
% Abu	7.7606	-	-	-	-	-	0.0087	-	-	-	-	-	53.09 _‡

Keterangan :

- X1 = Rata-rata suhu maksimum selama pertanaman
- X2 = Rata-rata suhu minimum selama pertanaman
- X3 = Suhu rata-rata satu bulan sebelum panen
- X4 = Rata-rata curah hujan selama pertanaman
- X5 = Rata-rata hari hujan selama pertanaman
- X6 = Curah hujan satu bulan sebelum panen
- X7 = Jumlah hari hujan satu bulan sebelum panen
- X8 = Rata-rata kelembaban selama pertumbuhan
- X9 = Rata-rata kelembaban satu bulan sebelum panen
- X10 = Rata-rata suhu maksimum satu bulan sebelum panen
- X11 = Rata-rata suhu minimum satu bulan sebelum panen

*) = Berbeda nyata pada taraf 5%

***) = Berbeda nyata pada taraf 1%

Radiasi matahari mempengaruhi laju transpirasi secara tidak langsung yaitu, pembukaan stomata dan suhu udara. Radiasi yang tinggi akan meningkatkan suhu udara sedangkan suhu udara akan mempengaruhi besarnya transpirasi, karena besarnya penguapan dari permukaan sel. Dengan demikian naik turunnya suhu minimum (suhu pagi hari), rata-rata hari hujan dan naik turunnya suhu bulanan mempengaruhi produksi rimpang dan kandungan pati, serat dan abu dari rimpang jahe.

KESIMPULAN

Pertumbuhan dan hasil jahe yang diuji di dua tempat dengan ketinggian yang berbeda menggambarkan :

- Di dataran rendah (KP Cimanggu dengan ketinggian 240 m) jahe tumbuh lebih cepat dengan produksi rata-rata lebih tinggi.
- Penanaman jahe di dataran tinggi seperti di KP Manoko dengan ketinggian 1200 m di atas permukaan laut kurang cocok.
- Pemanenan pada umur 7 bulan di dataran rendah menghasilkan produksi rimpang dalam kondisi puncak dengan kandungan pati tinggi dan serat serta abu yang rendah.
- Jumlah anakan tidak menggambarkan keadaan bobot rimpang.
- Durah hujan, hari hujan, suhu dan radiasi matahari berpengaruh terhadap pertumbuhan dan hasil jahe di kedua lokasi.
- Kenaikan satu satuan suhu rata-rata satu bulan sebelum panen menaikkan kandungan pati 25.49 %. - Dengan penambahan hari hujan selama pertanaman menaikkan kandungan pati 4.32 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous, 1981. a. Laporan klimatologi di stasiun penakar KP Cimanggu. Balai Penelitian Tanaman Industri Bogor. Bogor Jawa Barat.
- Anonymous, 1981. b. Laporan Klimatologi di stasiun penakar KP Manoko. Balai Penelitian Tanaman Industri Bogor. Bogor Jawa Barat.
- Baharsjah, J.S., D. Suardi dan Irsal las. 1985. Hubungan iklim dengan pertumbuhan kedelai. Dalam Kedelai. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor : 87 - 102. pp.
- Fatchurochim, M. 1979. Fotosintesa dan Tanaman. Bagian Fisiologi Lembaga Pusat Penelitian Pertanian. Bogor : 15 pp.
- Harjadi, M.M.S.S., 1980. Pengantar Agronomi. Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor : 95 pp.
- Kassam, A.H., 1978. Agro Climatic Suitability Assesment of Rainfed Crops in African by Growing Period Zones. FAO. Rome : 73 pp.
- Mardjono, R., 1978. Eksplorasi Plasma Nutfah Zingiber di daerah Bogor. Pemberitaan Lembaga Penelitian Tanaman Industri. Bogor : 1 - 14 pp.

- Paulose, T.T. 1973. Ginger Cultivation in India. Proceedings of the Comperence on spice. Tropical Product Institute. London.
- Prawiranata, W., Said H. dan P. Tjondronegoro. 1981. Dasar-dasar fisiologi tumbuhan I. Departemen Botani Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Pandey, S.N. and B.K. Sinha. 1978. Plant Physiology. Vikas Publishing House PVT. LTD. New Delhi : 570 pp.
- Sudiarto, 1978. Tehknik Budidaya Tanaman Jahe. Lembaga Penelitian Tanaman Industri. Bogor : 17 pp.