



PENGARUH UMUR PANEN RIMPANG TANAMAN JAHE (*Zingiber officinale*) TERHADAP AKTIVITAS SENYAWA ANTIOKSIDAN

SKRIPSI

Oleh :
Tatang Aldi Nugroho
NIM 181510501077

PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER

2022



PENGARUH UMUR PANEN RIMPANG TANAMAN JAHE (*Zingiber officinale*) TERHADAP AKTIVITAS SENYAWA ANTIOKSIDAN

SKRIPSI

diajukan guna memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Sarjana pada Program Studi Agroteknologi (S1)
Fakultas Pertanian Universitas Jember

Oleh:

Tatang Aldi Nugroho

NIM 181510501077

PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI

FAKULTAS PERTANIAN

UNIVERSITAS JEMBER

2022

PERSEMBAHAN

Dengan puji syukur kehadirat Allah SWT skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Orang tua tercinta Ayahanda tercinta Sukamto, ibu saya tercinta Sudarmi, adik saya Ajeng Fara, keluarga besar saya tercinta yang selalu mendoakan dan senantiasa memberikan dukungan baik moril ataupun materil, sehingga saya mendapatkan kekuatan untuk segera menyelesaikan tugas akhir hingga mendapatkan gelar Sarjana Pertanian.
2. Teman – teman riset di Laborotium Nutraseutikal dan Farmaseutikal, UPT Lab Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi-CDAST.
3. Dosen pembimbing skripsi saya Prof. Tri Agus Siswoyo, S.P., M.Agr., Ph.D yang telah membimbing saya dengan sabar dan selalu memberikan nasehat, motivasi, serta ilmunya selama proses penyusunan naskah skripsi ini hingga mendapat gelar Sarjana Pertanian.
4. Bapak Mohammad Ubaidillah S.Si., M.Agr., Ph.D. selaku Dosen Penguji Utama dan Ibu Tri Ratnasari, S.Si., M.Si. selaku Dosen Penguji Anggota atas bimbingan dan saran selama penyusunan karya tulis ini.
5. Segenap Dosen, Pegawai, dan Karyawan Fakultas Pertanian Universitas Jember, khususnya Program Studi Agroteknologi yang telah memberikan ilmu, pengalaman, dan pelayanan serta fasilitas selama menempuh pendidikan S1.
6. Almamater Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember.

MOTTO

*“Berkembang Bukan Hanya Kelihatan Tampak Indah, Namun Juga Tampak
Matang.”*

(Tatang Aldi)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Tatang Aldi Nugroho

NIM : 181510501077

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi berjudul **“Pengaruh Umur Panen Rimpang Tanaman Jahe (*Zingiber officinale*) Terhadap Aktivitas Senyawa Antioksidan”** adalah benar-benar hasil karya penulis sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya tulis plagiasi. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 23 Oktober 2022

Yang Menyatakan

Tatang Aldi Nugroho

NIM 181510501077

SKRIPSI

PENGARUH UMUR PANEN RIMPANG TANAMAN JAHE (*Zingiber officinale*) TERHADAP AKTIVITAS SENYAWA ANTIOKSIDAN

Oleh:

Tatang Aldi Nugroho

NIM 181510501077

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Skripsi : Prof Tri Agus Siswoyo, S.P., M.Agr., Ph.D

NIP 197008101998031001

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “**Pengaruh Umur Panen Rimpang Tanaman Jahe (*Zingiber officinale*) Terhadap Aktivitas Senyawa Antioksidan**” telah diuji dan disahkan pada:

Hari : Rabu

Tanggal : 26 Oktober 2022

Tempat : Fakultas Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Skripsi

Prof Tri Agus Siswovo, S.P., M.Agr., Ph.D.
NIP 197008101998031001

Dosen Penguji Utama,

Dosen Penguji Anggota,

Mohammad Ubaidillah, S.Si., M.Agr., Ph.D
NIP 198612112019031008

Tri Ratnasari, S.Si., M.Si
NIP 198509182019032001

**Mengesahkan,
Dekan**

Prof.Dr.Ir.Soetriono, M.P.
NIP 196403041989021001

RINGKASAN

PENGARUH UMUR PANEN RIMPANG TANAMAN JAHE (*Zingiber officinale*) TERHADAP AKTIVITAS SENYAWA ANTIOKSIDAN; Tatang Aldi Nugroho; 181510501077; 2022; 64 halaman; Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Jahe (*Zingiber officinale*) memiliki nilai jual yang tinggi karena banyaknya permintaan konsumen baik untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga maupun sebagai bahan baku perusahaan jamu dan makanan. Jahe mengandung senyawa antioksidan alami yang secara farmakologis cukup tinggi dan mampu menghambat radikal bebas. Senyawa antioksidan yang terdapat pada jahe yaitu senyawa fenolik yang berupa golongan flavonoid, turunan asam sinamat, kumarin, dan asam-asam organik polifungsional. Senyawa fenolik pada jahe yang berperan sebagai antioksidan terdiri dari gingerol dan shogaol. Aktivitas antioksidan jahe dapat dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal dari tanaman jahe, antara lain: keadaan ekologi, varietas, umur panen, metode pembuatan simplisia jahe, serta metode ekstraksi yang digunakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui mengenai pengaruh umur rimpang pada terhadap perubahan senyawa bioaktif dan aktivitas antioksidan pada tanaman jahe. Metode yang digunakan dengan rancangan acak lengkap 2 faktor dengan 3 ulangan. Faktor pertama terdiri dari asal rimpang terdiri dari 059b, 9b, 18b, 21b, dan 29b. Faktor kedua yaitu umur panen terdiri dari 0, 3, 6, dan 9 bulan. Variabel yang diamati yaitu morfologi tanaman, total fenolik, total flavonoid, antioksidan antioksidan, dan TLC. Data yang diperoleh yaitu terjadi peningkatan pada kandungan senyawa bioaktif dan aktivitas antioksidan pada umur panen 3 bulan, namun mengalami penurunan pada umur panen 6 dan 9 bulan. Umur panen dan asal rimpang menunjukkan hasil yang berbeda nyata terhadap semua parameter penelitian. Hasil TLC pada sinar uv 365 nm dan pewarna ddph mampu mendeteksi senyawa gingerol dan shogaol, sedangkan pada sinar uv 245 dan pewarna anisaldehyda hanya mampu mendeteksi senyawa shogaol saja.

Kata Kunci: Senyawa Bioaktif, Aktivitas Antioksidan, dan umur panen jahe

SUMMARY

Effect of Harvesting of Ginger (*Zingiber officinale*) Rhizome on the Content of Bioactive Compounds And Activity of Antioxidant Compound; Tatang Aldi Nugroho; 181510501077; 2022; 64 halaman; Agrotecnology Agriculture Faculty University of Jember.

Ginger (*Zingiber officinale*) is a spice and herbal plant that is used as a drink or mixture in food ingredients. Ginger has a high selling value because of the large number of consumer demands both to meet household needs and as raw material for herbal and food companies. Ginger contains natural antioxidant compounds that are pharmacologically high enough and able to inhibit free radicals. Antioxidant compounds found in ginger are phenolic compounds in the form of flavonoids, cinnamic acid derivatives, coumarins, and polyfunctional organic acids. The antioxidant activity of ginger can be influenced by internal and external factors of the ginger plant, including: ecological conditions, variety, age of harvest, method of making ginger simplicia, and the extraction method used. This study aims to determine the effect of rhizome age on changes in bioactive compounds and antioxidant activity in ginger plants. The method used was a 2-factor completely randomized design with 3 replications. The first factor consisted of rhizome origin consisting of 059b, 9b, 18b, 21b, and 29b. The second factor is the age of harvest consisting of 0, 3, 6, and 9 months. The variables observed were plant morphology, total phenolic, total flavonoid, antioxidants activity (DPPH, Superoxide, Hidroxyl) , and TLC. The data obtained showed an increase in the content of bioactive compounds and antioxidant activity at 3 months of harvest, but decreased at 6 and 9 months of harvest. Harvest age and rhizome origin showed significantly different results for all research parameters. TLC results on 365 nm UV light and ddph dye were able to detect gingerol and shogaol compounds, while UV 245 and anisaldehyde dyes were only able to detect shogaol compounds.

Keyword: Bioactive compound, antioxidant activity, ginger harvest time.

PRAKATA

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat, hidayah dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul **“Pengaruh Umur Panen Rimpang Tanaman Jahe (*Zingiber officinale*) Terhadap Aktivitas Senyawa Antioksidan”** dengan baik. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Penyelesaian penelitian dan penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada:

1. Orang tua tercinta Ayahanda tercinta Sukamto dan Ibunda Sudarmi, serta segenap keluarga besar yang telah memberikan do'a, semangat, motivasi, dan dukungan baik moril ataupun materil, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini;
2. Bapak Prof Tri Agus Siswoyo, S.P., M.Agr., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah memberikan bimbingan, dukungan, motivasi, serta ilmunya selama proses penyusunan naskah skripsi;
3. Bapak Mohammad Ubaidillah S.Si., M.Agr., Ph.D. selaku Dosen Penguji Utama yang telah memberikan koreksi dan saran masukan pada skripsi saya;
4. Ibu Tri Ratnasari, S.Si., M.Si. selaku Dosen Penguji Anggota yang telah memberikan koreksi, saran dan masukan dalam menyusun skripsi saya;
5. Bapak Drs. Yagus Wijayanto, M.A, Ph.D. selaku Ketua Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember;
6. Bapak Prof. Dr. Ir. Soetriono, M.P. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember;
7. Segenap Tenaga Pengajar, Staff, dan Karyawan Fakultas Pertanian Universitas Jember, khususnya pada Program Studi Agroteknologi yang telah memberikan ilmu, pengalaman, dan pelayanan serta fasilitas selama perkuliahan;
8. Sahabat-sahabat saya Kos Merdeka yaitu Satrio Lintang, Binar Dwi, Rahmatulloh Dian, Rizi Firman, Iqbal Ferdiansyah, Masduki Rais, Charisma

- Fauzi, Satria Iskandar, Sofwan Dyarta, Ferdi Hariyanto, Arif Ulhaq, Gilang Kurnia, Mahendra Rizky, Iman Rusfiantok dan Chaidzar Ali yang selalu ada untuk mensupport dan membantu saya selama perkuliahan dan penelitian;
9. Sahabat-sahabat Magang PTPN XII Kebun Kalisepanjang yaitu Aditya Nur, Chaidzar Ali, Satria Iskandar, Tiesa Nurdayla, dan Elling Nanda yang selalu ada untuk mendukung dan membantu saya selama perkuliahan dan penelitian saya;
 10. Segenap keluarga besar UKM Chorus Rusticarum Fakultas Pertanian, Universitas Jember yang senantiasa menjadi rumah selama perkuliahan;
 11. Teman – teman riset di Laborotium Nutraseutikal dan Farmaseutikal, UPT Lab Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi-CDAST yaitu Erlin Susilowati, Ridho Rizkiantoro, Ulil Makrifah, Ratnaning Agustin, Ainaya Isnainun, Agung, Alfarozaq, Rizi Firman serta teman-teman dan kakak-kakak di laboratorium yang telah mendukung dan membantu dalam penelitian ini.
 12. Sahabat-sahabat saya Warung Kopi Agus yaitu Christian Aditama, Iqbal Fatchur, Lucky Candra, M. Aqhsal, Wilma Pratama, Gesbi Rizal, Lukman Tsani dan Erika Wahyu yang selalu mensupport dan mendukung saya;
 13. Teman-teman Remaja Masjid Darussalam Nyawangan dan Majelis Rosho yang selalu mendoakan dan mendukung saya selama perkuliahan dan penelitian;
 14. Teman-teman Agroteknologi 2018 dan Program Studi lainnya di Fakultas Pertanian yang selalu membantu dan mendukung saya selama perkuliahan;
 15. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu namun telah memberikan bantuan dan dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis telah berusaha menyelesaikan tanggung jawabnya dalam penulisan skripsi ini dengan sebaik-baiknya. Penulis berharap adanya saran dan kritikan yang sifatnya membangun sehingga menjadikan penulisan skripsi ini lebih baik. Semoga segala sesuatu yang tertulis di dalam skripsi ini dapat memberikan informasi bagi para pembaca.

Jember, 18 Juli 2022

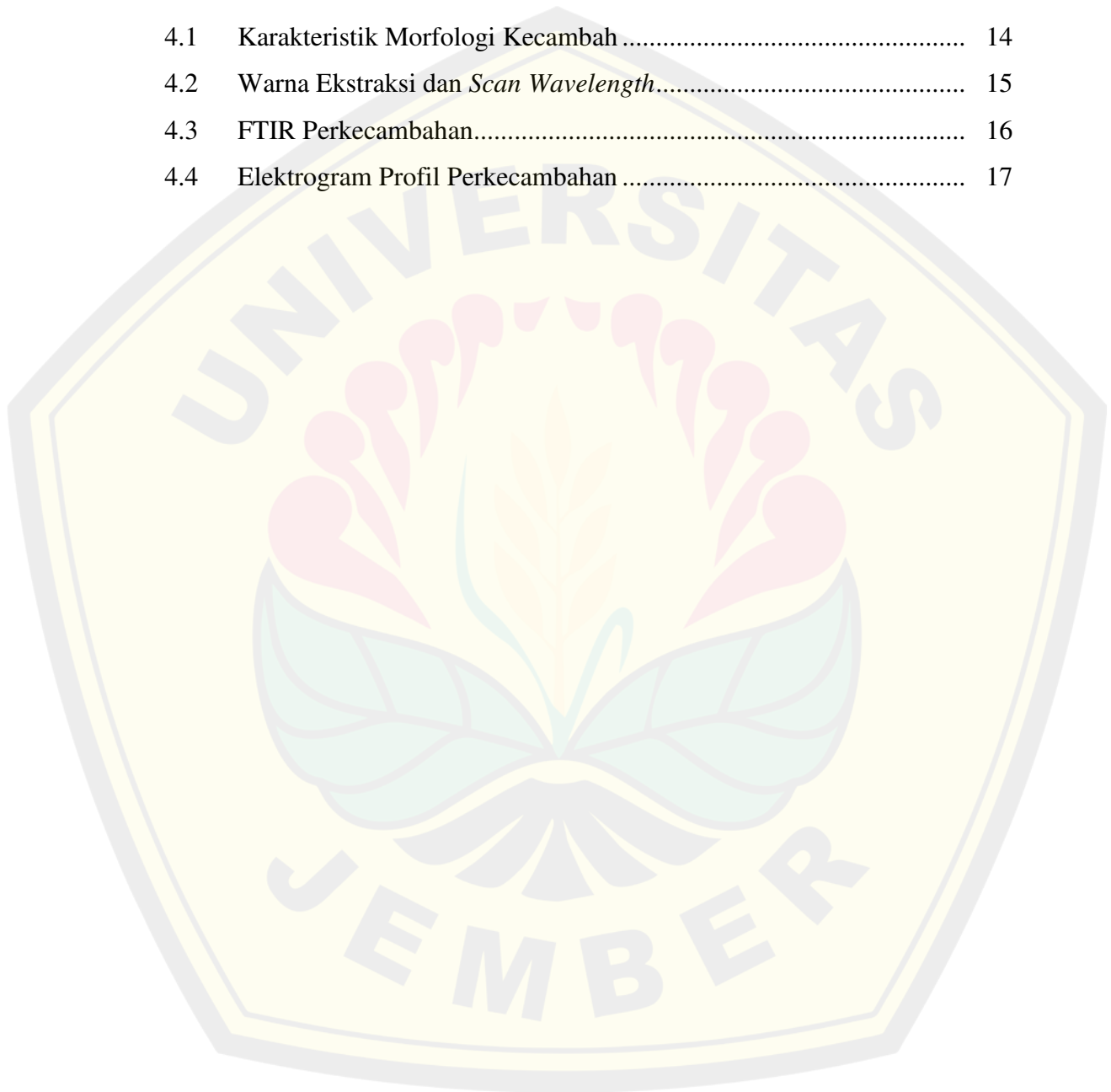
Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN	vii
SUMARRY	ix
PARAKATA	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tanaman Jahe	5
2.2 Senyawa Bioaktif.....	6
2.3 Dekolorisasi	8
2.4 Aktivitas Protein	10
2.6 Hipotesis Penelitian	13
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	14
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	14
3.2 Persiapan Penelitian.....	14
3.3 Pelaksanaan Penelitian.....	15
3.3.1 Rancangan Percobaan.....	15
3.3.2 Prosedur Penelitian	15
3.4 Analisis Data.....	25
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Karakteristik Morfologi.....	34
4.2 Warna Ekstraksin dan <i>Scan Wafelenght</i>	36
4.2 Antosianin dan Karoten	37
4.2 FTIR.....	38
4.2 Elektrogram Profil Protein.....	39
4.2 Total Protein Terlarut dan Derajat Hidrolisis	41
4.2 Aktivitas Antioksidan	42
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	44
5.1 Kesimpulan	44
5.2 Saran	44
DAFTAR PUSTAKA	45
LAMPIRAN.....	59

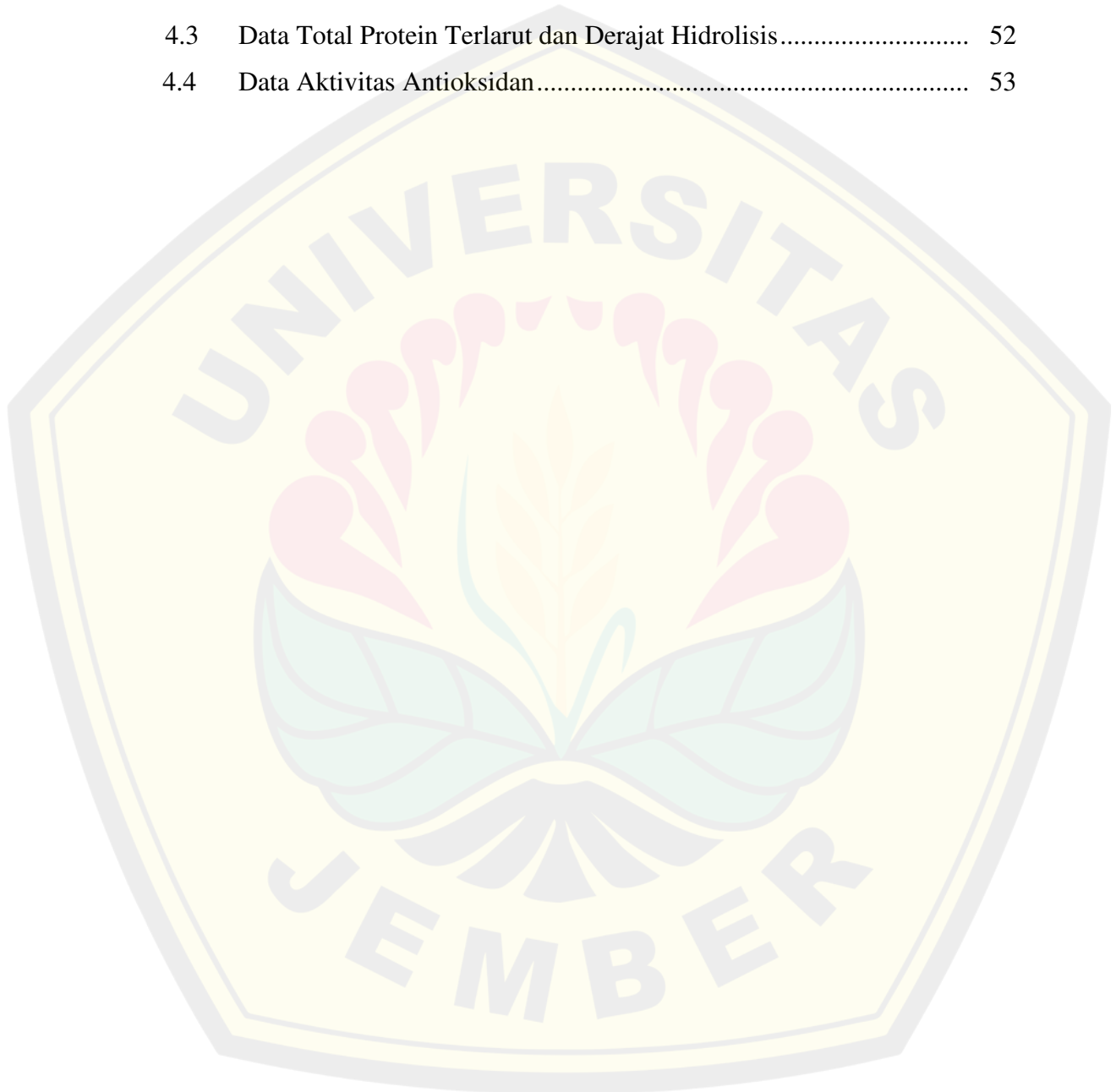
DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Hal
4.1	Karakteristik Morfologi Kecambah	14
4.2	Warna Ekstraksi dan <i>Scan Wavelength</i>	15
4.3	FTIR Perkecambahan.....	16
4.4	Elektrogram Profil Perkecambahan	17



DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Hal
4.1	Data Karakteristik Morfologi Perkecambahan	50
4.2	Data Antosianin dan Karoten.....	51
4.3	Data Total Protein Terlarut dan Derajat Hidrolisis.....	52
4.4	Data Aktivitas Antioksidan.....	53



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman jahe (*Zingiber officinale*) merupakan salah satu jenis tanaman obat yang sering dimanfaatkan oleh masyarakat. Jahe banyak digunakan oleh masyarakat sebagai bahan obat-obatan herbal, minuman, serta sebagai rempah-rempah (Kaban, *et al.*, 2016). Menurut Priyono (2018), bahwa selain dimanfaatkan sebagai jahe segar juga dapat digunakan sebagai jahe olahan dimana dapat berupa asinan jahe, sirup jahe, permen jahe, teh jahe dan minyak atsiri jahe. Ada beberapa macam jenis jahe yang terdapat di Indonesia yang dibedakan berdasarkan warna, bentuk dan ukuran antara lain yaitu Jahe Merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*), Jahe Emprit (*Zingiber officinale var. amarum*) dan Jahe Gajah (*Zingiber officinale var. officinarum*) (Febriani dkk., 2018).

Jahe emprit merupakan jahe putih yang memiliki karakteristik lebih kecil dibandingkan jahe besar atau jahe gajah dengan kandungan aktivitas antioksidan yang kuat (Febriyanti dan Yuniarta, 2015). Terdapat banyak manfaat yang dimiliki membuat tanaman jahe emprit mempunyai nilai jual tinggi dan banyak dibutuhkan oleh masyarakat. Potensi tersebut didapatkan pada beberapa kandungan senyawa bioaktifnya. Kandungan senyawa bioaktif yang membentuk rasa khas pada tanaman jahe digolongkan pada senyawa polifenol yang terdiri dari senyawa gingerol, shogaol, zingeron, dan paradol (Li *et al.*, 2016). Senyawa gingerol dan shogaol sendiri merupakan senyawa pembentuk rasa pedas pada tanaman jahe (Fathona, 2011). Selain itu, kandungan senyawa metabolit pada jahe dapat berupa senyawa fenolik, flavonoid, terpenoid, alkaloid, saponin, tanin dan minyak atsiri (Sutamihardja dkk., 2020). Campuran senyawa pada zingeron, shogaol, dan minyak atsiri dapat menimbulkan karakteristik bau dan aroma pada jahe segar dengan kisaran 1-3% dimana zingeron memberikan rasa manis dan mempunyai tingkat kepedasan yang rendah (Rechman *et al.*, 2011). Senyawa aktif kimia yang terkandung dalam rimpang tanaman jahe memiliki berbagai manfaat bagi kesehatan antara lain untuk mengobati pegal-pegal badan, pusing kepala, rematik, dan sakit pinggang. Kemampuan jahe dalam mengobati beberapa penyakit disebabkan oleh

kandungan senyawa bioaktif berupa senyawa gingerol dan shogaol yang memiliki aktivitas antiinflamasi dan antioksidan (Dugsani *et al.*, 2010). Antioksidan dan antiinflamasi berfungsi untuk menghambat aktivitas senyawa radikal bebas dalam tubuh sehingga imun di dalam tubuh dapat meningkat (Nurlila dan Jumarddin, 2020).

Senyawa gingerol dan shogaol dapat berperan sebagai antoksidan karena senyawa tersebut dibutuhkan dalam tubuh untuk melindungi dari serangan radikal bebas. Radikal bebas merupakan senyawa oksigen reaktif yang dapat berdiri sendiri atau tidak memiliki pasangan sehingga bersifat sangat reaktif dan tidak stabil (Winarti, 2010). Elektron yang tidak berpasangan menyebabkan radikal bebas mudah berikatan dengan elektron lain dimana hal ini dapat mengakibatkan terganggunya fungsi sel. Terganggunya fungsi sel dapat menyebabkan kerusakan sel sehingga dapat menimbulkan serangan penyakit pada manusia seperti *kardiovaskuler*, kanker, *stroke*, *neurodegeneratif* dan penyakit lainnya (Arifin *et al.*, 2019). Antioksidan digunakan ketika terjadi ketidakseimbangan jumlah radikal bebas dan antioksidan dalam tubuh (Sayuti dan Rima, 2015).

Perbedaan umur panen pada tanaman jahe dikarenakan penyesuaian penggunaan dari tanaman jahe sendiri dimana tanaman jahe dapat dipanen mulai dari umur 6-10 bulan tergantung keperluan penggunaannya (Muchlas dan Slameto, 2008). Menurut Sutamihardja *et al.*, (2020), kandungan antioksidan tanaman jahe dapat dipengaruhi oleh faktor internal dan eksternal dari tanaman jahe, antara lain: keadaan ekologi, varietas, umur panen, metode pengolahan jahe, serta metode ekstraksi yang digunakan. Evaluasi komposisi senyawa bioaktif dan aktivitas antioksidan akan menjadikan penyediaan informasi fungsional yang dapat memberikan gambaran mengenai biokimia suatu tumbuhan sehingga dapat dilakukan untuk pemantauan kualitas bahan baku obat herbal atau bahan baku lainnya. Berdasarkan hal tersebut, diperlukan penelitian untuk mengetahui kandungan senyawa bioaktif dan aktivitas antioksidan pada beberapa fase umur panen pada rimpang tanaman jahe.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh umur panen rimpang tanaman jahe emprit terhadap kandungan senyawa bioaktif?
2. Bagaimana pengaruh umur panen rimpang tanaman jahe emprit terhadap aktivitas senyawa antioksidan?

1.3 Tujuan

1. Untuk mengetahui pengaruh umur panen rimpang tanaman jahe terhadap kandungan senyawa bioaktif.
2. Untuk mengetahui pengaruh umur rimpang tanaman jahe terhadap aktivitas senyawa antioksidan.

1.4 Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai informasi bahan referensi ilmiah untuk menentukan waktu panen yang optimal sesuai dengan keperluan penggunaan tanaman jahe berdasarkan aktivitas senyawa antioksidan dan senyawa bioaktif di beberapa umur panen rimpang tanaman jahe emprit.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Jahe

Tanaman jahe (*Zingiber officinale*) merupakan salah satu tanaman yang berasal dari suku temu-temuan yang memiliki banyak kandungan bioaktif yang bermanfaat bagi masyarakat sebagai bahan rempah-rempah dan tanaman obat. Tanaman jahe dapat diklasifikasikan sebagai berikut (Rukmana, 2000).

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Sub divisi	: Angiospermae
Kelas	: Monocotyledoneae
Ordo	: Zingiberales
Famili	: Zingiberaceae
Genus	: Zingiber
Species	: <i>Zingiber officinale</i>



Gambar 2.1 Rimpang jahe

Pertumbuhan tanaman jahe terbagi menjadi 5 fase antara lain yaitu fase bibit dimana jahe berumur 1-90 hari setelah tanam (HST), fase tiga cabang/anakan tanaman jahe berumur 90-110 HST, fase pertumbuhan vegetatif aktif tanaman jahe berumur 110-130 HST, fase perkembangan rimpang tanaman jahe berusia 130-160 HST, dan fase panen jahe berumur 160 HST (Li *et al.*, 2010). Jahe muda yang berumur 3-4 bulan setelah tanam memiliki kadar serat yang masih rendah serta rimpang yang bertekstur lembut (Sanewski, 2002). Daya adaptasi yang tinggi yang dimiliki oleh tanaman jahe khususnya pada daerah tropis seperti di Indonesia membuat tanaman jahe mudah dibudidayakan baik di daerah dataran rendah sampai dataran tinggi (Aji, 2020).

Jahe merupakan salah satu jenis tanaman tahunan yang dapat dibudidayakan pada ketinggian 0-1500 mdpl (di atas permukaan laut) dan tumbuh baik pada tingkat curah hujan antara 2500-4000 mm/tahun dengan 7-9 bulan basah. Penanaman yang baik dilakukan pada pH tanah dengan kisaran 6,8-7,4 dan suhu udara optimum 25-35 C (Muclas dan Slameto, 2008). Namun pada lahan yang memiliki pH rendah dapat menggunakan kapur dolomit. Tekstur tanah yang baik untuk pertumbuhan jahe antara lain yaitu andosol, latosol merah coklat, asosiasi andosol latosol merah coklat, yaitu tanah lempung hingga lempung liat yang berpasir (Teferra, 2015). Tanaman jahe memiliki morfologi yang terdiri atas bunga, daun, batang dan rimpang. Jenis batang pada tanaman jahe yaitu berbatang semu dengan tinggi batang 30-1 meter serta memiliki daun tunggal berwarna hijau yang berbentuk bulat panjang dan sempit. Bunga pada tanaman jahe berupa malai tersembul di permukaan tanah dan memiliki bentuk seperti tongkat atau bundar telur yang sempit serta mempunyai 2 buah kelamin dengan 1 benang sari dan 3 putik dimana mahkota bunga berbentuk tabung helainya agak sempit, berbentuk tajam, berwarna kuning kehijauan serta memiliki kepala sari yang berwarna berwarna ungu (Hapsoh, 2010).

Jahe memiliki jenis akar tunggal yang nantinya akan berkembang menjadi rimpang dan membentuk tunas. Menurut Hapsoh (2010), kulit pada rimpang jahe tebal dan membungkus daging umbi yang memiliki warna coklat dan berserat serta memiliki daun tunggal yang berbentuk bulat panjang dan sempit. Rimpang jahe merupakan bagian tanaman yang memiliki banyak manfaat. Banyak khasiat yang terdapat pada rimpang jahe dimana khasiat tersebut berasal dari kandungan senyawa bioaktif pada tanaman jahe. Senyawa bioaktif pada jahe dari hasil analisa meliputi oleoresin, minyak atsiri (penentu aroma), resin dan gum (pembentuk rasa), dan gingerol (senyawa pemberi aroma khas jahe) (Nestrichia, N., 2017).

Komposisi bahan kimia pada rimpang jahe meliputi minyak atsiri 2-3% pati, resin, asam-asam organik, asam malat, asam oksalat, dan gingerin. Jahe selain memiliki senyawa volatil dan non volatil tersebut juga mengandung beberapa nutrisi lainnya seperti protein, mineral, vitamin, lemak, dan karbohidrat yang bermanfaat bagi tubuh (Bermawie dan Purwiyanti, 2011). Kandungan senyawa

bioaktif jahe memiliki banyak manfaat dimana aktivitas biosintesis, sintesis kimia, dan aktivitas biologis gingerol dan shogaols, terlibat dengan beberapa efek farmakologis termasuk potensi antiinflamasi, antioksidan, antidiabetes, dan antiproliferatif (Semwal *et al.*, 2015). Kandungan minyak atsiri pada jahe dapat mengalami perubahan hal ini dapat dipengaruhi oleh jenis, tempat tumbuh, musim, umur dan cara bercocok tanam (Pujilestari, 2016).

2.2 Senyawa Bioaktif

2.2.1 Fenolik

Senyawa fenol merupakan senyawa yang memiliki gugus OH yang termasuk pada alkohol aromatik. Senyawa fenolik merupakan hasil metabolit dari tumbuhan dan salah satu senyawa bioaktif yang mempunyai aktivitas antioksidan. Struktural senyawa fenolik menjadi bahan awal pada biosintesis flavonoid sehingga kedua senyawa tersebut saling berhubungan. Kelompok fenol sederhana meliputi flavonoid, tanin, kumarin, saponin dan asam galat (Proestos, 2006). Kandungan fenolat utama pada tanaman jahe antara lain gingerol, shogaol, paradol, dan *gingerdion* (Mošovská *et al.*, 2015).

Menurut Apak *et al* (2007), fenolik merupakan senyawa bioaktif yang bersifat polar, namun terdapat *tail* karbon yang panjang membuat polaritas pada tanaman jahe menjadi rendah. Senyawa fenolat pada ekstrak jahe memiliki rantai hidrokarbon, dimana rantai hidrokarbon tersebut dapat mengurangi kepolaran senyawa-senyawa fenolat tersebut, menjadikan bersifat semi-polar (Nitin, 2009). Senyawa fenolik dapat membentuk antioksidan dengan mekanisme gugus fenol memberikan ikatan hidrogennya melalui transfer elektron sehingga mengikat radikal bebas serta berubah menjadi radikal fenoksil kemudian terjadi efek resonansi akhirnya dapat menstabilkan diri sehingga senyawa fenol dapat disebut sebagai inhibitor radikal (Togo, 2004). Senyawa fenolat berkontribusi secara signifikan terhadap kapasitas antioksidan pada ekstrak etanol rimpang jahe (Bursal *et al.*, 2012).

Total komponen fenol yang terkandung pada oleoresin jahe yaitu dari jahe gajah sebesar 4,4 persen, jahe emprit sebesar 6,9 persen, jahe merah sebesar 6,5

persen (Fakhrudin *et al.*, 2015). Penggunaan jahe emprit dengan konsentrasi yang semakin besar akan dapat meningkatkan kadar total fenolik (Firdausni dan Kamsina., 2018). Menurut Suryani (2012), pada ekstraksi jahe emprit menggunakan etanol 95% dengan maserasi selama 36 jam menghasilkan kadar fenolik sebesar 371,12 mg/g GAE. Pengukuran menggunakan *reagen Folin-Ciocalteu* yang diencerkan menghasilkan total fenolik sebesar 101,56 mg GAE/100 g ekstrak (Maizura *et al.*, 2011). Hasil pengukuran total fenolik pada jahe dengan pengeringan ekstrak selama 24 jam menghasilkan kandungan total fenolik lebih besar dengan ekstrak yang dikeringkan selama 48 jam dengan kandungan fenolik sebesar $504 \pm 0.08 \mu\text{g/ml}$ (Andriyani *et al.*, 2015). Penggunaan methanol mampu melarutkan senyawa fenolik dengan berbagai kepolaran (Wahyudi *et al.*, 2016). Total kandungan fenolik rimpang jahe setelah pengeringan memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode lain (Ghafoor *et al.*, 2020).

2.2.2 Flavonoid

Flavonoid merupakan salah satu hasil metabolit sekunder dari tumbuhan yang termasuk dalam senyawa fenol yang dapat berfungsi sebagai antioksidan (Zuraida dkk., 2017). Struktur dasar dari flavonoid terdiri dari 2 cincin aromatik dengan 15 atom karbon yang dihubungkan oleh 3 karbon dengan struktur *difenilpropan* C₆-C₃-C₆ (Wang *et al.*, 2018). Senyawa flavonoid memiliki banyak manfaat di bidang kesehatan salah satunya sebagai antioksidan, antidermatosis, *kemopreventif*, anti kanker maupun antiviral (Sari dan Ayuhecacia, 2017). banyak digunakan untuk mengeksplorasi bahan obat-obatan baru yang bermanfaat bagi kesehatan (Sahu dan Saxena, 2013).

Beberapa jenis tanaman obat memiliki kandungan flavonoid salah satunya yaitu tanaman jahe. Jahe mengandung senyawa flavonoid yang bermanfaat sebagai analgesik, antitumor, antioksidan, antiinflamasi, antibiotik, antialergi, diuretik, antikoagulan (obat pembekuan darah), antikarsinogenik (obat pencegah kanker, dan hipoglikemik (Yuliningtyas *et al.*, 2019). Senyawa ini dapat berperan sebagai antioksidan karena radikal bebas yang ditangkap oleh senyawa ini melalui proses donor atom hidrogen dari gugus hidroksil flavonoid. Kadar flavonoid diukur dengan menggunakan spektrofotometer uv-vis dan dapat dilihat melalui nilai

absorbansinya. Kadar flavonoid dalam sampel dapat dilihat melalui besar kecilnya nilai absorbansi, semakin tinggi nilai absorbansi sampel maka semakin tinggi pula kadar flavonoid yang terdapat pada sampel (Neldawati, 2013). Beberapa varietas jahe memiliki kandungan total flavonoid yang berbeda-beda. Menurut Pawar *et al* (2011), beberapa varietas jahe memiliki kandungan flavonoid yang berbeda dimana kandungan flavonoid tertinggi adalah diamati di cv. Rajasthan (0,38 g) sementara cv. Udaipur menunjukkan terendah, yaitu 0,202 g QAE/100 g berat kering.

2.2.3 Gingerol dan Shogaol

Jahe merupakan tanaman yang memiliki turunan senyawa non-volatil fenil propanoid seperti gingerol dan shogaol yang membuat jahe memiliki rasa pedas. Kandungan gingerol dan shogaol dapat diketahui melalui uji fitokimia yang menunjukkan gugus fenol terhadap reaksi dari golongan flavonoid, saponin, dan tanin. Gingerol dan shogaol juga termasuk dalam senyawa fenolik yang dapat berperan sebagai antioksidan. Campuran senyawa gingerol, *zingerone*, shogaol serta minyak atisiri membentuk karakteristik bau dan aroma dengan kisaran 1-3% dalam jahe segar (Gopi *et al.*, 2016). Senyawa 6-gingerol, 8-gingerol serta 10-gingerol dapat mengurangi kegiatan kardio-tonik. Sedangkan senyawa 6-shogaol efektif pada menekan kontraksi usus serta bersifat menjadi antitusif (Syahriandi, 2011). Menurut Yuliningtyas *et al* (2019), terdapat kandungan senyawa fenolik aktif, seperti gingerol dan shogaol pada jahe yang bermanfaat sebagai antioksidan, menjaga kesehatan jantung, menurunkan berat badan, mencegah kanker usus, dan memperbaiki sistem kekebalan tubuh. Senyawa gingerol dan shogaol pada jahe dapat digunakan menjadi antioksidan, antiinflamasi, antibakteri dan antikanker (Jayanudin dkk., 2019). Jahe dengan pelarut etil asetat dan air ekstrak bersama dengan kandungan aktif seperti 6-gingerol (6G), 6-shogaol (6S), dan 6-paradol (6P) memiliki aktivitas penghambatan antioksidan, antiinflamasi, dan *xanthine oksidase* yang kuat (Nile dan Park., 2015).

Senyawa gingerol pada tanaman jahe merupakan salah satu senyawa antioksidan yang memiliki sifat tidak stabil pada suhu tinggi dimana hal ini akan menyebabkan senyawa gingerol terdegradasi menjadi senyawa turunannya yaitu senyawa shogaol (Mishra, 2009). Gingerol memiliki 2 jalur degradasi yaitu

dehidrasi menjadi shogaol dimana campuran 3 homolog gingerol yang sama, serta jalur kondensasi retro-aldol menjadi zingeren yakni salah satu komponen pedas lain serta merupakan aldehid alifatik yang dapat menghilangkan rasa jahe. Berubahnya senyawa gingerol menjadi shogaol dapat terjadi karena pengeringan dimana senyawa gingerol tidak stabil terhadap pemanasan, hal ini membuat senyawa gingerol terdegradasi menjadi shogaol. Berdasarkan penelitian Ghasemzadeh *et al* (2018), bahwa jahe segar yang dikeringkan dengan metode *Hot Air Drying* (HAD) dengan suhu 150° C selama 6 jam menyebabkan penurunan kandungan gingerol pada jahe dan meningkatkan kadar shogaol. Jahe segar yang dikeringkan dengan oven pada suhu 55° menyebabkan dehidrasi senyawa gingerol menjadi shogaol (Guo *et al.*, 2014). Keadaan basa dan pada suhu kamar dapat mempercepat reaksi perubahan dari senyawa gingerol menjadi shogaol (Sugiarti dkk., 2017).

Keberadaan gingerol dan shogaol pada rimpang jahe dapat diukur menggunakan metode TLC (*Thin Layer Chromatography*), dimana teknik ini dapat digunakan untuk pemisahan bahan alami yang mampu memisahkan berat molekul rendah senyawa organik berdasarkan kepolarannya. Menurut Sugiarti *et al* (2017), pada penelitian kandungan gingerol jahe merah dengan metode TLC di dapatkan nilai waktu alir (RF) senyawa yang diduga sebagai senyawa aktif gingerol yaitu pada nilai Rf antara 0,35-0,37. Hasil metode TLC pada Ekstrak jahe menunjukkan adanya bintik-bintik yang memiliki rf yang identik dengan nilai yang dihitung menurut standar sintesis 6-gingerol dan nilai Rf adalah 0,15 (Aly *et al.*, 2013). Kandungan gingerol jahe pada beberapa jenis pelarut menunjukkan bahwa pelarut etil memberikan nilai kandungan 6-gingerol tertinggi yaitu 19,02%, sedangkan pelarut n-heksan menunjukkan kandungan 8-gingerol, 10-gingerol, dan 6-shogaol yang paling tinggi berturut-turut yaitu 4,49%, 4,19%, dan 4,70% (Srikandi dkk., 2020).

2.2.4 Aktivitas Antioksidan

Antioksidan merupakan suatu senyawa yang bertindak sebagai inhibitor atau penghambat pada reaksi oksidasi dari radikal bebas, sehingga sel-sel akan terlindungi dari kerusakan yang disebabkan oleh molekul tidak stabil yang dikenal sebagai radikal bebas (Wiendarlina dan Runi., 2019). Senyawa radikal bebas dalam

tubuh yang berlebih akan menyebabkan kerusakan sel protein jaringan lemak dan asam nukleat. Antioksidan dapat menghambat radikal bebas yang merupakan penyebab penyakit seperti kolesterol tinggi, penyempitan pembuluh darah, penuaan dini, hipertensi dan lain-lain (Siswoyo *et al.*, 2012). Antioksidan memiliki peran penting dalam menangkal atau meredam radikal bebas dengan cara mendonorkan satu atau lebih elektronnya kepada radikal bebas dimana akan terjadi pengikatan oksigen dan pelepasan hidrogen sehingga dapat mencegah kerusakan sel akibat aktivitas radikal bebas sehingga membentuk spesi baru yang sifatnya kurang reaktif (Miksusanti dan Elvita, 2012).

Antioksidan berdasarkan sumbernya terbagi menjadi dua yaitu antioksidan alami dan antioksidan sintetik. Antioksidan alami merupakan antioksidan yang berasal dari tumbuhan dan hewan. Beberapa antioksidan yang ditemukan dalam tanaman antara lain yaitu berasal dari golongan polifenol seperti flavonoid, polifenol, vitamin C, vitamin E, dan beta karoten (Erviana *et al.*, 2016). Antioksidan sintetik sendiri merupakan antioksidan yang berasal dari sintesis reaksi kimia yang berguna untuk dikomersilkan. Menurut Musarofah (2015), berdasarkan mekanismenya antioksidan terbagi menjadi 3 yaitu antioksidan primer, antioksidan sekunder dan antioksidan tersier. Antioksidan primer (antioksidan enzimatis) merupakan jenis antioksidan yang dapat cepat mentransfer atom hidrogen ke senyawa radikal bebas dan mengubahnya menjadi senyawa stabil. Contoh antioksidan enzimatis antara lain antioksidan primer yaitu enzim *peroksidase dismutase*, *glutasi peroksidase*, dan *katalase*. Sedangkan antioksidan sekunder (antioksidan *non-enzimatis*) merupakan jenis antioksidan yang bekerja dengan mencegah dan menangkap radikal bebas. Contoh antioksidan *non enzimatis* antara lain vitamin E, vitamin C, isoflavon, asam urat, bilirubin, β -karoten, dan albumin. Antioksidan tersier adalah antioksidan yang berfungsi memperbaiki biomolekul yang rusak akibat radikal bebas. Contoh antioksidan tersier antara lain enzim DNA-repair dan metionin sulfoksida reduktase (Sayuti dan Rina, 2015).

Jahe merupakan salah satu tanaman yang memiliki antioksidan yang kuat yang berguna untuk melemahkan atau hindari radikal bebas (Attia *et al.*, 2013). Jahe memiliki sifat antioksidan *in vitro* yang kuat sebagai penghambat radikal bebas

yang signifikan dan bertindak sebagai antioksidan utama yang bereaksi dengan radikal bebas. Jahe emprit (*Zingiber officinale var Amarum*) merupakan bahan alami yang banyak mengandung komponen fenolik aktif seperti sogaol, gingerol dan gingerone yang memiliki efek antioksidan di atas Vitamin E dan sebagai antikanker (Hidayat dan Rodame, 2015). Aktivitas antioksidan jahe dapat dilihat dengan metode DPPH (2,2-diphenil-1-picrylhydrazyl) yang diukur dengan menggunakan spektrofotometri Uv-Vis dengan panjang gelombang 517 nm, kemudian dibaca nilai absorbansi. DPPH merupakan radikal bebas yang menjadi stabil apabila menerima elektron atau hidrogen dari senyawa flavonoid (Pradipta *et al.*, 2020). Hasil uji akan diinterpretasikan sebagai nilai IC₅₀ dimana jumlah antioksidan yang dibutuhkan dalam merendam aktivitas radikal bebas dari DPPH dengan konsentrasi awal 50%. Nilai rata-rata dari aktivitas antioksidan (IC₅₀) dengan menggunakan metode DPPH pada jahe emprit sebesar 3,310 µg/mL (Wiendarlina dan Reni., 2019). Hasil penelitian mengenai aktivitas antioksidan pada beberapa varietas rimpang jahe menggunakan ekstrak metanol menunjukkan varietas halia belitong 51.41 ± 0.51 µg/ml, sedangkan varietas Halia Bara sebesar 58.22 ± 1.19 µg/ml (Ghasemzadeh *et al.*, 2010). Aktivitas antioksidan IC₅₀ pada ekstrak etanol jahe kering dengan waktu pengeringan selama 24 jam menghasilkan nilai antioksidan sebesar 5.75 µg/ml (Andriyani *et al.*, 2015).

2.3 Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini yaitu terdapat pengaruh pada beberapa umur panen rimpang terhadap kandungan senyawa bioaktif dan aktivitas antioksidan tanaman jahe emprit.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian “Pengaruh Umur Panen Rimpang Tanaman Jahe (*Zingiber officinale*) Terhadap Aktivitas Senyawa Antioksidan” dilaksanakan pada bulan Februari-Oktober 2022 di *greenhouse* dan UPT Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi CDAST (*Center for Advanced Science and Technology*) Universitas Jember.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian meliputi pot, micropipet, spektrofotometer UV-Vis (U-2900, Hitachi, Japan.) , *UV Analyzer* 365 nm/254 nm, rotary evaporator, timbangan analitik, shaker, tabung penyaring, kertas saring, mortar, vortex, *Microplate Reader*, pelat silika gel 60 F254 , blender dan alat pendukung lainnya.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian meliputi rimpang tanaman jahe emprit pada asal panen antara lain 9 bulan, 18 bulan, 21 bulan, 24 bulan dan 29 bulan, tanah, kompos, cocopeat, pupuk urea, pupuk ZA, metanol 80%, *reagen Folin-Ciocalteu*, DPPH, asam galat, natrium karbonat (Na_2CO_3), *sodium nitrite* (NaNO_2), AlCl_3 , *quarsetin*, NaOH, *toulena*, *diethyl ether*, asam sulfat, *anisaldehyd*, asam asetat, Larutan Tris, HCL, asam askorbat, FeCl_3 , 2 deoksi-D-ribosa, EDTA, TBA, TCA dan aquades.

3.3 Metode Penelitian

Rancangan percobaan pada penelitian ini menggunakan Rancangan Acak lengkap (RAL) faktorial dimana terdapat 2 faktor dengan 3 kali ulangan. Faktor pertama yaitu asal rimpang tanaman jahe dan faktor kedua yaitu umur panen rimpang jahe. Perlakuan yang dilakukan pada masing-masing faktor sebagai berikut:

Faktor Pertama (Asal Jahe) :

A1 : 9b

A2 : 18b

A3 : 21b

A4 : 24b

A5 : 29b

Faktor Kedua (Umur Panen) :

B0 : Kontrol

B1 : 3 Bulan

B2 : 6 Bulan

B3 : 9 Bulan

Berdasarkan perlakuan tersebut maka diperoleh 20 kombinasi percobaan dengan 3 kali ulangan. Adapun denah percobaan yang akan dilakukan sebagai berikut:

B0A1	B1A1	B2A1	B3A1
B0A2	B1A2	B2A2	B3A2
B0A3	B1A3	B2A3	B3A3
B0A4	B1A4	B2A4	B3A4
B0A5	B1A5	B2A5	B3A5

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Persiapan media dan penanaman rimpang jahe

Media tanam yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tanah, kompos dan cocopeat dengan perbandingan komposisi bahan tanam yang digunakan yaitu 1:1:1. Persiapan media tanam dilakukan dengan cara mencampur ketiga bahan tanam tersebut sesuai dengan perbandingan komposisi dan kemudian di campur pada pot sampai media tercampur dengan rata. Media tanam yang sudah siap kemudian dilakukan proses penanaman. Sebelum melakukan penanaman bibit jahe dilakukan perendaman dengan menggunakan fungisida dithane selama 1 jam. Setelah perendaman kemudian bibit ditanam pada pot dengan menancapkan bibit pada media tanam.

3.4.2 Pemeliharaan Tanaman

Kegiatan pemeliharaan pada tanaman jahe meliputi penyiraman air, pembersihan gulma, pemupukan, dan pengendalian hama dan penyakit.

a. Pemupukan

Pemupukan pada tanaman jahe menggunakan pupuk organik dan pupuk anorganik. Menurut kementerian Pertanian Pemberian pupuk anorganik disarankan dengan LEISA (*Low External Input Sustainable Agriculture*) yaitu dengan jenis Urea, ZA, SP-36 dan KCL. Dosis yang digunakan dalam pemberian pupuk yaitu urea 20 gr/pot, SP-36 10 gr/pot, ZA 10 gr/pot dan KCL 10 gr/pot (Nawfetriaris dan Devy, 2012). Pemupukan tanaman jahe dilakukan sebanyak 2 kali yaitu pada usia 2 bulan setelah tanam dan 5 bulan setelah tanam. Pupuk organik diberikan bersamaan dengan persiapan media tanam atau sebelum tanam. Sedangkan pupuk anorganik diberikan pada saat setelah tanam. Pengaplikasian pupuk anorganik dengan cara menyebar pupuk di area tanaman kemudian ditimbun dengan tanah.

b. Pengairan, Pengendalian Gulma dan Pengendalian Hama

Proses pemeliharaan lainnya berupa pengairan dimana bertujuan untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan tanaman jahe. Pengairan pada tanaman jahe diberikan mulai dari awal tanam sampai sebelum pemanenan. Pemberian air dilakukan sebanyak 2 hari sekali. Pengendalian gulma dilakukan bertujuan agar tanaman jahe tidak terdapat persaingan penyerapan unsur hara dengan gulma. Pengendalian gulma dilakukan secara manual yaitu dengan mencabut gulma yang tumbuh disekitar tanaman jahe. Pengendalian hama juga perlu dilakukan guna mencegah tanaman jahe terserang hama dan penyakit agar tanaman tetap tumbuh dan berkembang dengan baik. Proses pengendalian hama ini dilakukan dengan menyemprot pestisida ke tanaman.

3.4.3 Panen

Pemanenan tanaman jahe dilakukan pada beberapa fase usia tanaman sesuai variabel yang digunakan yaitu dipanen pada usia 3 bulan, 6 bulan dan 9 bulan. Proses pemanenan tanaman jahe dilakukan dengan cara mencabut tanaman dari

tanah dengan menggunakan sekop selanjutnya jahe dipotong rimpangnya untuk kemudian dibersihkan dengan air mengalir.

3.4.4 Ekstraksi Sampel

Tanaman jahe yang telah dipanen kemudian dibersihkan dari tanah dan kotoran yang menempel pada rimpang, kemudian jahe yang sudah bersih dikupas dari kulit luarnya. Jahe yang sudah bersih di potong melintang dan ditimbang untuk selanjutnya dihaluskan dengan menggunakan blender. Jahe yang sudah halus kemudian diekstraksi dengan metode maserasi dengan menggunakan pelarut methanol 80% (Yeh *et al.*, 2014). Proses maserasi dilakukan selama 24 jam dan selanjutnya dipisahkan antara filtrat dan ampasnya dengan menggunakan alat saring. Filtrat yang telah diperoleh kemudian di evaporasi untuk memisahkan pelarut dan solven organik dari rimpang jahe menggunakan rotary evaporator pada kecepatan 150 rpm dengan suhu 40° C selama 1,5 jam.

3.5 Parameter Pengamatan

3.5.1 Pengukuran Senyawa Bioaktif Jahe

a. Uji Total Fenolik

Pengukuran kandungan total fenolik pada rimpang jahe dilakukan berdasarkan metode Taga *et al.*, (1984). Analisis dilakukan dengan mencampur ekstrak sampel jahe sebesar 10 µL dengan larutan 1 mL Na₂CO₃ 2% sebanyak. Selanjutnya ditambahkan 40 µL metanol 80% dan 50 µL reagen Folin-Ciocalteu 50%. Campuran semua bahan kemudian di inkubasi pada kondisi ruang gelap dengan suhu 24° C selama 30 menit. Selanjutnya pengukuran absorbansi pada spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 750 nm. Kandungan fenolik hasil pengukuran dinyatakan pada satuan mg *Gallic Acid Equivalent* (GAE) per gram sampel (mg GAE/g) terhadap kurva standar asam galat.

b. Uji Flavonoid

Kandungan senyawa flavonoid pada rimpang jahe dianalisis dengan menggunakan metode Chang *et al.*, (2002). Pengukuran kadar flavonoid dilakukan dengan melarutkan 10 µL sampel pada 40 µL methanol 80% dan 450 µL aquadest.

Larutan tersebut kemudian ditambahkan 30 μL NaNO_2 5% kemudian di inkubasi selama 5 menit pada kondisi gelap. Selanjutnya ditambahkan kembali dengan 30 μL AlCl_3 10% dan di inkubasi selama 6 menit pada kondisi gelap. Menambahkan 200 μL NaOH 1 N dan 240 μL aquedest, kemudian absorbansi diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 415nm. Hasil pengukuran kandungan flavonoid dinyatakan pada mg quersetin ekuivalen per gram sampel (mg QE/g) terhadap kurva standar kuersetin.

3.5.2 Uji Aktivitas Antioksidan

a. Metode 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH)

Penentuan aktivitas antioksidan dengan kemampuan menangkap radikal bebas 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) dengan menggunakan metode Shimada *et al.*, (1992). Penentuan aktivitas antioksidan dimulai dengan melarutkan kristal DPPH 0,1 mM dengan etanol 96%, kemudian ditambahkan ekstrak sampel sebanyak 100 μL serta 900 μL DPPH 0,1 mM dan di inkubasi selama 30 menit pada kondisi gelap. Pengukuran absorbansi menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 517 nm. Presentase inhibisi atau penghambatan terhadap radikal DPPH diukur melalui rumus sebagai berikut:

$$\text{Inhibisi \%} : \frac{\text{Abs blanko} - \text{Abs sampel}}{\text{Abs blanko}} \times 100 \%$$

Keterangan :

Ab : Absorbansi Blanko

As : Absorbansi Sampel

b. Aktivitas Antioksidan terhadap Radikal Hidroksil

Pengukuran aktivitas perendaman radikal hydroxyl ditentukan berdasarkan metode Halliwell *et al.*, (1987). Mencampurkan sebanyak 30 μL sampel, 10 μL 2 deoksi-D-ribosa 2.8 mM, 20 μL FeCl_3 10 mM , 20 μL EDTA 1 mM , 10 μL H_2O_2 2 mM dan 10 μL asam askorbat 1 mM ke dalam microplate reader. Inkubasi selama 1 jam pada suhu 37° C menggunakan ruang inkubator. Menambahkan 100 μL TBA dan 100 μL TCA. Inkubasi selama 30 menit pada suhu 80° C

menggunakan oven. Absorbansi menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 532 nm. Presentase inhibisi terhadap radikal hydroxyl dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Inhibisi \%} : \frac{\text{Abs blanko} - \text{Abs sampel}}{\text{Abs blanko}} \times 100 \%$$

Keterangan :

Abs blanko = nilai absorbansi tanpa penambahan sampel.

Abs sampel = nilai absorbansi dengan penambahan sampel.

c. Aktivitas Antioksidan terhadap Radikal Superoxide

Pengukuran aktivitas peredaman radikal superoxide ditentukan berdasarkan metode Tang *et al.*, (2010). Membuat larutan Tris-HCl 50mM dengan pH 8,2. Mencampurkan sampel sebanyak 200 μL Tris-HCl sampai volume tube 950 μL . Inkubasi selama 10 menit kemudian menambahkan 50 μL 10 mM pyragalol dalam 10 mM HCl dan diukur dengan panjang gelombang 320 nm. Persentasi inhibisi terhadap radikal superoxide dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Inhibisi \%} : \frac{\text{Abs blanko} - \text{Abs sampel}}{\text{Abs blanko}} \times 100 \%$$

Keterangan :

Slope blanko = nilai slope tanpa penambahan sampel.

Slope sampel = nilai slope dengan penambahan sampel.

3.5.3 Identifikasi Perubahan Senyawa Gingerol dan Shogaol

Penentuan kadar gingerol dan shogaol pada sampel jahe menggunakan metode TLC (*Thin Layer Chromatography*) dengan metode Nile and Se, (2015). Pelat silika gel 60 F254 yang digunakan pada metode TLC dipotong dengan ukuran 20 cm x 15 cm. Membuat garis dasar pada bagian bawah dan atas sebesar 1 cm dari ujung plat. Menyiapkan larutan dengan komposisi larutan yaitu 5 ml asam sulfat, 500 μL anisaldehyd, 10 ml asam asetat, dan menambahkan metanol sampai total volume 50 mL. Membuat larutan pada fase gerak dengan komposisi larutan yaitu Toulena sebanyak 93 mL dan *diethyl ether* sebanyak 7 mL. Penotolan sampel pada pelat TLC dilakukan menggunakan *microsiringe* sebanyak total fenolik pada

sampel dengan jarak antar sampel 1,5 cm. Pelat yang sudah ditotolkan sampel kemudian dimasukkan pada larutan pada fase gerak dilakukan hingga mencapai batas pada ujung pelat TLC, kemudian dikeringkan selama 5 menit. Identifikasi komponen dapat dilakukan dengan 4 cara yaitu yang pertama melihat pita yang terdapat pada pelat TLC dengan menggunakan sinar UV 256 nm dan 366 nm (Fernand., 2003). Cara yang kedua dengan disemprot menggunakan larutan anisaldehyd sebanyak 100 μ L dan ditambahkan metanol sampai volume total 20 mL. Cara selanjutnya dengan penyemprotan menggunakan larutan DPPH 1 M yang disemprotkan pada plat, kemudian dikeringkan selama 5-10 menit (Tripathi *et al.*, 2006). Deteksi komponen kemudian diukur dengan rumus sebagai berikut:

$$R_f : \frac{\text{Jarak komponen dari dari garis start}}{\text{Jarak eluen dari garis start}}$$

Rf = Retention Factor

Standar Gingerol = 0,35-0,37 (Anggista *dkk.*, 2019)

Standar Shogaol = 0,70 (Pramono, 2019)

3.6 Analisis Data

Data yang telah diperoleh akan dianalisis menggunakan analisis sidik ragam *Analysis of Variance* (ANOVA). Apabila hasil yang diperoleh berbeda nyata maka akan dilakukan uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf kepercayaan 5%.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Analisis Data

Hasil pengamatan dari beberapa parameter penelitian yaitu morfologi tanaman jahe (tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah anakan, panjang akar dan berat rimpang), kandungan senyawa bioaktif (fenolik dan flavonoid), aktivitas antioksidan (*2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl*, superoksida, dan hidroksil) dan deteksi senyawa gingerol dan shogaol. Data hasil pengamatan dianalisis dengan *Analysis of Variance* (ANOVA). Jika berbeda nyata maka dilakukan Uji lanjut berjarak Duncan dengan taraf signifikansi 5%. Berikut tabel hasil Analysis of variance dari semua parameter penelitian.

Tabel 4.1 Hasil *analysis of variance*

No	Variabel Pengamatan	Nilai F hitung		
		F hitung	F tabel 5 %	F tabel 1 %
1.	Tinggi Tanaman	48,62 **	2,00	2,66
2.	Jumlah Daun	461,77 **	2,00	2,66
3.	Jumlah Tunas	21,02 **	2,00	2,66
5.	Berat Rimpang	465,13 **	2,00	2,66
6.	Total Fenolik	112,26 **	2,00	2,66
7.	Total Flavonoid	24,22 **	2,00	2,66
8.	Ratio Tf/Tp	11,29 **	2,00	2,66
9.	Antioksidan DPPH	111,39 **	2,00	2,66
10.	Antioksidan Superoksida	10606 **	2,00	2,66
11.	Antioksidan Hidroksil	111,87 **	2,00	2,66

Keterangan: ** (berbeda sangat nyata, * (berbeda nyata)

Berdasarkan hasil uji analisis data pada seluruh variabel pengamatan pada perlakuan asal rimpang dan umur panen didapatkan hasil yang berbeda sangat nyata pada variabel tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah anakan, jumlah tunas, berat rimpang, total fenolik, total flavonoid, ratio Tf/Tp, antioksidan DPPH, superoksidan, dan hidroksil. Hasil yang berbeda sangat nyata selanjutnya akan dilakukan uji lanjut untuk mengetahui interaksi antar perlakuan.

4.2 Karakteristik Morfologi Tanaman Jahe

Pertumbuhan tanaman jahe pada beberapa fase umur panen dan asal rimpang dapat melalui beberapa variabel yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah anakan, panjang akar dan berat rimpang. Hasil analisis sidik ragam pada karakteristik morfologi tanaman jahe menunjukkan bahwa faktor umur panen dan asal rimpang jahe menyebabkan perbedaan nyata sehingga dilanjutkan uji DMRT dengan taraf 5%. Berikut gambar hasil pengamatan karakteristik morfologi pada rimpang jahe.



Gambar 4.2 Karakter morfologi pada umur panen rimpang jahe pada asal rimpang 29b dengan (1) 9 bulan, (2) 6 bulan, (3) 3 bulan, (4) 0 bulan.

Berdasarkan gambar karakteristik morfologi tanaman jahe menggunakan asal rimpang jahe 29b dimana asal rimpang ini memiliki pertumbuhan yang paling baik diantara asal rimpang lainnya dengan (1) umur panen 9 bulan, (2) umur panen 6 bulan, (3) umur panen 3 bulan dan (4) umur panen 0 bulan menunjukkan pertumbuhan tanaman jahe yang signifikan. Hal tersebut dapat dilihat dari beberapa parameter pengamatan mulai tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah rimpang dan panjang akar yang semakin meningkat seiring bertambahnya umur umur panen tanaman jahe. Berdasarkan hasil pengamatan yang sudah dilakukan pada tanaman jahe di beberapa asal rimpang dan umur panen diperoleh data morfologi pada tanaman jahe meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah anakan, panjang akar dan berat rimpang. Berikut data morfologi tanaman jahe:

Tabel 4.2 Pengaruh umur panen dan asal rimpang terhadap morfologi tanaman jahe

Asal Rimpang	Umur Panen	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun	Jumlah Tunas	Berat Rimpang (gr)
9b	0	0,00 ± 0,0 ^d	0,00 ± 0,00 ^d	0,00 ± 0,00 ^c	11,43±0,50 ^d
	3	65,00 ± 2,00 ^c	18,00 ± 3,00 ^c	3,00 ± 1,00 ^c	20,53±0,70 ^c
	6	72,00 ± 1,00 ^b	46,00 ± 1,00 ^b	8,00 ± 3,00 ^b	37,53±2,10 ^b
	9	85,00 ± 3,00 ^a	188,00±8,00 ^a	14,00± 3,00 ^a	65,00 ± 5,00 ^a
18b	0	0,00 ± 0,00 ^d	0,00 ± 0,00 ^d	0,00 ± 0,00 ^c	16,20 ± 0,60 ^d
	3	68,00 ± 2,00 ^c	21,00 ± 4,00 ^c	4,00 ± 1,00 ^c	22,49±2,30 ^b
	6	70,00 ± 3,00 ^b	46,00 ± 1,00 ^b	8,00 ± 3,50 ^b	29,50 ± 1,80 ^b
	9	81,00 ± 1,00 ^a	190,00±8,00 ^a	9,00 ± 2,00 ^a	78,00 ± 2,00 ^a
21b	0	0,00 ± 0,00 ^d	0,00 ± 0,00 ^d	0,00 ± 0,00 ^c	16,66±0,90 ^d
	3	54,00 ± 3,00 ^c	15,00 ± 3,00 ^c	3,00 ± 1,00 ^c	20,29±1,40 ^c
	6	65,00 ± 4,00 ^b	90,00 ± 7,00 ^b	11,00±0,58 ^b	53,55±3,70 ^b
	9	78,00 ± 1,00 ^a	173,00±7,00 ^a	13,00± 2,00 ^a	155,00 ± 7,00 ^a
24B	0	0,00 ± 0,0 ^d	0,00 ± 0,00 ^c	0,00 ± 0,00 ^c	10,97±1,40 ^d
	3	32,00 ± 2,5 ^c	9,00 ± 2,00 ^c	2,00 ± 0,00 ^c	26,84±1,00 ^c
	6	70,00 ± 3,0 ^b	161,00±9,00 ^b	16,00±2,00 ^b	42,26±2,00 ^b
	9	88,00 ± 5,00 ^a	210,00±5,00 ^a	30,00±3,00 ^{a*}	277,00 ± 9,00 ^a
29b	0	0,00 ± 0,00 ^d	0,00 ± 0,00 ^c	0,00 ± 0,00 ^c	9,07 ± 0,60 ^d
	3	35,00 ± 2,00 ^c	6,00 ± 1,00 ^c	3,00 ± 0,58 ^c	15,45±1,80 ^{bc}
	6	75,00 ± 3,00 ^b	60,00 ± 7,00 ^b	6,00 ± 2,00 ^b	39,53±2,00 ^b
	9	92,00 ± 2,00 ^{a*}	350,00±1,20 ^{a*}	25,00 ± 2,00 ^a	292,00 ± 1,30 ^{a*}

Keterangan : Notasi pada huruf kecil menunjukkan notasi interaksi antar perlakuan asal rimpang dan umur panen tanaman jahe. Angka yang diikuti dengan huruf kecil pada setiap perlakuan (notasi a,b,c, dan d) menunjukkan berbeda nyata. Tanda bintang menunjukkan data tertinggi.

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap karakteristik morfologi dari tanaman jahe, didapatkan hasil bahwa semakin bertambahnya umur tanaman dan umur panen tanaman jahe semakin tinggi pula tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah anakan, dan berat rimpang pada tanaman jahe. Asal rimpang yang berbeda juga terdapat perbedaan nyata pada parameter karakteristik morfologi pada tanaman jahe. Umur panen 9 bulan menunjukkan hasil yang tertinggi pada semua hasil parameter pengamatan morfologi (tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah anakan, dan berat rimpang). Parameter tinggi tanaman pada asal rimpang 9b, 18b, 21b, 24b dan 29b pada umur panen rimpang ke 0,3,6 dan 9 bulan menunjukkan perbedaan

nyata dengan tinggi tanaman tertinggi pada tanaman jahe umur panen 9 bulan pada asal rimpang 29b dengan tinggi tanaman 92 cm. Pada parameter morfologi jumlah daun didapatkan hasil berbeda tidak nyata pada umur panen 0 dan 3 bulan pada asal rimpang jahe 24b dan 29b, namun berbeda nyata pada semua umur panen di asal rimpang 9b, 18b dan 21b. Jumlah daun tertinggi dihasilkan pada umur panen 9 bulan pada asal rimpang 29b dengan jumlah daun sebanyak 350 daun.

Jumlah anakan pada asal rimpang 9b, 18b, 21b, 24b dan 29b pada umur panen rimpang tanaman jahe 0 dan 3 bulan terdapat nilai yang berbeda tidak nyata, namun terdapat nilai yang berbeda nyata pada umur panen 6 dan 9 bulan. Hasil Jumlah anakan tertinggi dihasilkan pada umur panen rimpang 9 bulan dengan asal rimpang jahe 059b dengan jumlah anakan sebanyak 30 anakan. Parameter berat rimpang menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada semua umur panen jahe (0, 3, 6 dan 9 bulan) pada asal rimpang jahe 9b, 21b dan 24b. Asal rimpang 18b didapatkan hasil yang berbeda nyata pada umur panen 0 bulan, namun terdapat hasil berbeda tidak nyata pada perlakuan umur rimpang 3, 6, dan 9 bulan. Pada asal rimpang 29b didapatkan hasil berbeda nyata pada perlakuan umur panen 0 dan 9 bulan, sedangkan pada umur panen 3 dan 6 bulan terdapat hasil yang berbeda tidak nyata. Berat rimpang tertinggi dihasilkan pada umur panen rimpang 9 bulan pada asal rimpang jahe 29b dengan berat rimpang sebesar 292 gram.

Pertumbuhan tanaman dapat dilihat melalui karakteristik morfologi yang ditandai dengan bertambahnya bentuk, ukuran, volume atau bobot pada suatu tanaman yang tidak dapat kembali ke ukuran semula. Hal ini juga dapat dilihat pada tanaman jahe dimana semakin bertambahnya umur jahe yang dilihat pada umur panen yang dimulai dari 0 bulan sampai dengan jahe yang di panen umur 9 bulan mengalami peningkatan pertumbuhan pada semua variabel karakteristik morfologi yang semakin meningkat seiring dengan bertambahnya umur jahe. Karakteristik morfologi dapat menjadi indikator awal dalam mengetahui kandungan senyawa yang terdapat pada tanaman jahe khususnya pada hasil metabolit primer pada tanaman jahe, sedangkan pada metabolit sekunder tidak berperan langsung pada tanaman, namun diproduksi langsung oleh tanaman dalam jumlah dan kondisi tertentu. Metabolit sekunder pada tanaman dalam hal ini senyawa fenolik berperan

dalam ketahanan terhadap predator dan patogen dengan melindungi bagian dinding sel pada tanaman sehingga tanaman dapat terlindungi oleh serangan penyakit. Salah satu hasil metabolit sekunder pada tanaman yaitu golongan senyawa fenolik pada tanaman memiliki beberapa fungsi diantaranya sebagai atraktan (menarik serangga penyerbuk), melindungi dari stress lingkungan, pelindung dari serangan hama/penyakit (fitoaleksin), pelindung dari sinar ultra violet, sebagai zat pengatur tumbuh dan untuk bersaing dengan tanaman lain (alelopati) (Mariska, 2013).

Hasil metabolit sekunder dapat menjadi dapat melindungi tanaman dari stress lingkungan dimana hasil metabolit sekunder akan meningkat seakan dengan adanya stress lingkungan. Menurut Rusmin *et al* 2015, suhu udara yang cukup tinggi berkisar dapat menyebabkan tanaman jahe menjadi luruh pada umur jahe 7 bulan setelah tanam, dimana fase pemasakan jahe sendiri dimulai pada umur tanam 7 bulan setelah tanam. Komponen fisiko-kimia pada tanaman juga dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya yaitu dipengaruhi oleh faktor umur panen (Ogumo *et al.*, 2018). Pertumbuhan tanaman jahe juga dipengaruhi oleh faktor fotosintesis tanaman dimana semakin bertambahnya umur tanaman dan perkembangan sel tanaman juga harus diimbangi dengan sumber energi yang cukup dimana sumber energi disini diperoleh dari proses fotosintesis. Tinggi tanaman, jumlah daun, dan luas daun pada tanaman jahe merah tergolong abnormal dimana disebabkan oleh kurangnya cahaya yang diperoleh oleh tanaman dan nutrisi yang harus tersedia terus menerus sehingga pertumbuhan tanaman menjadi cepat (Anwar dan Azizah., 2020).

4.3 Kandungan Senyawa Bioaktif

Parameter kandungan senyawa bioaktif yang digunakan yaitu senyawa fenolik dan flavonoid. Analisis kandungan senyawa bioaktif pada tanaman jahe dilakukan pada bagian rimpang tanaman jahe yang telah di ekstrak terlebih dahulu dengan metode maserasi kemudian hasil ekstrak kental yang digunakan untuk analisis senyawa fenolik dan flavonoid pada perlakuan asal rimpang 9b, 18b, 21b, 24b dan 29b pada umur panen 0, 3, 6, dan 9 bulan. Berikut hasil analisis kandungan senyawa bioaktif pada tanaman jahe.

Tabel 4.3 Total fenolik dan total flavonoid pada rimpang jahe

Asal Rimpang	Waktu Panen (Bulan)	Total Fenolik (mg GAE/ gFW)	Total Flavonoid (mg QAE/ gFW)	Ratio TF/TP (%)
9B	0	0,94 ± 0,02 ^c	0,40 ± 0,03 ^d	42,94 ± 1,31 ^d
	3	1,56 ± 0,08 ^b	1,29 ± 0,05 ^a	94,9 ± 7,96 ^a
	6	1,36 ± 0,07 ^a	1,04 ± 0,11 ^b	66,64 ± 9,78 ^c
	9	0,90 ± 0,06 ^d	0,72 ± 0,06 ^c	80,01 ± 9,75 ^b
18B	0	1,00 ± 0,04 ^d	0,44 ± 0,01 ^c	44,14 ± 0,62 ^c
	3	1,79 ± 0,07 ^a	1,51 ± 0,04 ^a	84,12 ± 4,57 ^a
	6	1,38 ± 0,10 ^b	0,87 ± 0,13 ^b	63,04 ± 8,57 ^b
	9	1,20 ± 0,07 ^c	0,84 ± 0,02 ^b	70,46 ± 4,98 ^b
21B	0	0,97 ± 0,03 ^d	0,41 ± 0,01 ^c	42,42 ± 1,26 ^c
	3	2,64 ± 0,05 ^a	2,14 ± 0,05 ^a	81,46 ± 3,65 ^a
	6	1,77 ± 0,03 ^b	1,14 ± 0,02 ^b	64,31 ± 2,23 ^b
	9	1,62 ± 0,11 ^c	1,07 ± 0,01 ^b	65,92 ± 4,70 ^b
24B	0	0,92 ± 0,01 ^d	0,36 ± 0,02 ^d	39,19 ± 2,47 ^c
	3	1,52 ± 0,06 ^c	1,44 ± 0,09 ^a	94,82 ± 6,89 ^a
	6	1,41 ± 0,04 ^a	1,00 ± 0,12 ^b	71,03 ± 10,58 ^b
	9	1,22 ± 0,05 ^b	0,58 ± 0,13 ^c	48,15 ± 12,05 ^c
29B	0	0,86 ± 0,02 ^d	0,30 ± 0,05 ^d	34,50 ± 1,03 ^c
	3	2,83 ± 0,09 ^{a*}	2,20 ± 0,15 ^{a*}	77,72 ± 3,04 ^b
	6	1,30 ± 0,04 ^b	1,15 ± 0,07 ^b	102,02 ± 2,17 ^{a*}
	9	1,05 ± 0,01 ^c	0,84 ± 0,06 ^c	80,79 ± 4,10 ^b

Keterangan : Notasi pada huruf kecil menunjukkan notasi interaksi antar perlakuan asal rimpang dan umur panen rimpang tanaman jahe. Angka yang diikuti dengan huruf kecil pada setiap perlakuan (notasi a,b,c, dan d) menunjukkan berbeda nyata. Tanda Bintang pada tabel menunjukkan data tertinggi.

Berdasarkan tabel kandungan senyawa total fenolik, total flavonoid dan ratio TF/TP menunjukkan respon yang berbeda. Perlakuan pada umur panen 0 bulan dan 3 bulan mengalami peningkatan nilai total fenolik dan total flavonoid pada semua asal rimpang (9b, 18b, 21b, 24b dan 29b), sedangkan pada umur panen rimpang jahe 3 bulan, 6 bulan, dan 9 bulan mengalami penurunan nilai total fenolik dan total flavonoid di semua perlakuan asal rimpang (9b, 18b, 21b, 24b dan 29b). Berdasarkan hasil analisis ragam pada tabel diatas dapat diketahui total fenolik pada semua asal rimpang jahe (9b, 18b, 21b, 24b dan 29b) menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada semua perlakuan umur panen rimpang tanaman jahe (0, 3, 6 dan 9 bulan). Nilai total fenolik tertinggi didapatkan pada asal rimpang 29b pada umur panen rimpang 3 bulan dengan nilai total fenolik sebesar 2,83 mg GAE/ gFW,

sedangkan nilai terkecil didapatkan pada total fenolik pada asal rimpang 9b pada umur panen 9 bulan dengan nilai total fenolik 0,90 mg GAE/ gFW. Hasil analisis ragam pada total flavonoid dapat diketahui hasil yang berbeda nyata pada umur panen rimpang jahe 0, 3, 6 dan 9 bulan pada asal rimpang 9b, 24b dan 29b, sedangkan pada asal rimpang 18b dan 21b menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada perlakuan umur panen 0 bulan dan 3 bulan, namun terdapat hasil yang berbeda tidak nyata pada perlakuan umur panen 6 bulan dan 9 bulan. Nilai total flavonoid tertinggi didapatkan pada perlakuan asal rimpang 29b pada umur panen 3 bulan dengan nilai total flavonoid sebesar 2,20 mg QAE/ gFW, sedangkan nilai terendah pada nilai total flavonoid didapatkan pada asal rimpang 29b pada umur panen 3 bulan yaitu sebesar 0,30 mg QAE/ gFW.

Berdasarkan hasil analisis ragam pada parameter ratio TF/TP pada asal rimpang 059b menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada perlakuan umur panen jahe 3 bulan dan 6 bulan, sedangkan berbeda tidak nyata pada perlakuan umur panen 0 dan 9 bulan. perlakuan Asal rimpang 9b menunjukkan nilai yang berbeda nyata pada semua perlakuan umur panen rimpang tanaman jahe (0, 3, 6, dan 9 bulan). Asal rimpang 18b dan 21b menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada perlakuan umur panen 0 dan 3 bulan, namun berbeda tidak nyata pada perlakuan umur panen 6 dan 9 bulan. Pada asal rimpang 29b didapatkan hasil yang berbeda nyata pada perlakuan umur rimpang 0 dan 6 bulan, namun berbeda tidak nyata pada umur panen 3 dan 9 bulan. Nilai ratio TF/TP tertinggi didapatkan pada perlakuan asal rimpang 29b pada perlakuan umur panen 6 bulan yaitu $102,02 \pm 2,1$, sedangkan nilai ratio terendah didapatkan pada perlakuan asal rimpang 29b pada perlakuan umur panen 3 bulan sebesar $34,50 \pm 1,03$.

Kandungan senyawa bioaktif seperti fenolik dan flavonoid pada tanaman jahe dapat bermanfaat pada tanaman dimana senyawa tersebut memiliki kemampuan dalam mendonorkan atom hidrogennya pada radikal bebas sehingga dapat berpotensi menjadi senyawa antioksidan bagi tanaman (Widyawati *et al.*, 2014). Pada penelitian ini kandungan total fenolik yang terbesar yang didapatkan yaitu pada 2,83 mg GAE/ gFW dan total flavonoid tertinggi sebesar 0,30 mg QAE/ gFW dimana hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya dengan nilai fenolik

sebesar 1,58 mg GAE/ gFW dan total flavonoid sebesar 0,38 mg QAE/ gFW pada jenis jahe yang sama yaitu jahe emprit dengan varietas rajastan (Pawar *et al.*, 2011). Fenol merupakan senyawa metabolit sekunder yang hanya terbentuk sedikit dan tidak terus menerus. Hal ini menunjukkan bahwa fenol telah terbentuk secara optimal pada umur 9 bulan, sehingga pada umur 10 bulan dan 11 bulan tidak terjadi peningkatan kandungan senyawa metabolit sekunder pada tanaman rimpang (Dewi dkk.,2016). Umur panen dan asal rimpang yang berbeda dapat mempengaruhi kandungan dari senyawa fenolik dan flavonoid, dimana salah satu peran kedua senyawa tersebut dalam tanaman yaitu sebagai regulasi pertumbuhan dalam hal ini apabila kandungan senyawa bioaktif pada tanaman rendah dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman dimana ini flavonoid senyawa fenolik sederhana juga berfungsi sebagai pertahanan terhadap herbivora dan patogen. Senyawa flavonoid memiliki peran penting dalam tanaman dimana berperan dalam penting dalam proses fisiologis tanaman, bertindak sebagai antioksidan, inhibitor enzim, pigmen, transfer elektron, regulasi pertumbuhan, fotosintesis dan pertahanan terhadap infeksi (Ghasemzadeh *et al.*, 2010). Kandungan senyawa metabolit sekunder dalam hal ini senyawa fenolik dan flavonoid diatur oleh beberapa faktor antara lain nutrisi pada yang terkandung pada tanaman, laju pertumbuhan yang menurun, kontrol umpan balik, inaktivasi enzim, dan induksi enzim (Nurhayati dkk., 2019).

Aktivitas senyawa bioaktif yang mengalami penurunan dapat disebabkan oleh senyawa fenol yang terukur sudah mengalami perubahan struktur atau terjadi proses dehidrasi senyawa pada sehingga nilai total fenolik mengalami penurunan karena tidak dapat terukur dalam pengujian (Kohartono *et al.*, 2014). Degradasi senyawa ini terjadi akibat pemutusan ikatan antara senyawa bioaktif dengan molekul kompleks. Senyawa flavonoid merupakan bagian dari senyawa fenol dimana nilai aktivitas total flavonoid sejalan dengan nilai aktivitas total fenolik. Peningkatan kandungan senyawa bioaktif salah satunya dapat disebabkan oleh kondisi tanaman yang dalam kondisi stress serta kondisi kekurangan nutrisi. Peningkatan kandungan senyawa bioaktif dapat disebabkan karena pembentukan senyawa baru akibat degradasi senyawa kompleks yang memutuskan ikatan glikosida, dimer, ataupun amida pada senyawa dimana pemutusan ikatan

tersebut menyebabkan meningkatnya gugus hidroksil sehingga semakin tinggi intensitas warnanya (Monika *et al.*, 2014).

4.4 Aktivitas Antioksidan

Pengukuran aktivitas antioksidan menggunakan jumlah total fenolik pada masing-masing pada setiap perlakuan dan perhitungan aktivitas antioksidan menggunakan nilai IC50 (*Inhibition Concentration 50%*) atau konsentrasi penghambatan 50%, dimana semakin tinggi nilai IC50 semakin rendah aktivitas antioksidannya, sedangkan semakin rendah nilai IC50 semakin tinggi nilai aktivitas antioksidannya. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam berikut merupakan hasil analisis aktivitas antioksidan pada tanaman jahe.

Tabel 4.4 Aktivitas antioksidan pada rimpang jahe

Asal Rimpang	Waktu Panen (Bulan)	Nilai IC50 DPPH (ug / mL)	Nilai IC50 Superoxide (ug/mL)	Nilai IC50 Hidroksil (ug/mL)
9B	0	8,33 ± 0,03 ^c	12,03 ± 0,02 ^b	10,88 ± 0,06 ^b
	3	7,15 ± 0,03 ^d	9,08 ± 0,05 ^d	9,02 ± 0,02 ^d
	6	9,64 ± 0,35 ^b	11,59 ± 0,2 ^c	11,17 ± 0,14 ^c
	9	10,73 ± 0,09 ^a	16,05 ± 0,00 ^a	11,33 ± 0,07 ^a
18B	0	13,94 ± 0,05 ^a	12,71 ± 0,03 ^c	11,31 ± 0,06 ^c
	3	8,57 ± 0,10 ^c	7,67 ± 0,02 ^d	10,94 ± 0,11 ^d
	6	10,05 ± 0,4 ^b	15,75 ± 0,0 ^b	11,66 ± 0,09 ^b
	9	10,45 ± 0,06 ^b	23,75 ± 0,0 ^a	12,56 ± 0,18 ^a
21B	0	6,96 ± 0,08 ^c	2,15 ± 0,19 ^{d*}	9,43 ± 0,06 ^d
	3	6,59 ± 0,2 ^d	8,83 ± 0,04 ^c	8,71 ± 0,05 ^{c*}
	6	9,63 ± 0,10 ^b	14,99 ± 0,02 ^b	10,89 ± 0,18 ^b
	9	11,97 ± 0,05 ^a	24,80 ± 0,06 ^a	11,81 ± 0,11 ^a
24B	0	7,74 ± 0,04 ^d	9,54 ± 0,06 ^b	10,21 ± 0,01 ^c
	3	8,19 ± 0,20 ^c	7,76 ± 0,13 ^c	9,91 ± 0,05 ^d
	6	9,77 ± 0,36 ^b	7,93 ± 0,04 ^c	10,84 ± 0,06 ^b
	9	10,31 ± 0,07 ^a	13,16 ± 0,02 ^a	11,09 ± 0,14 ^a
29B	0	7,93 ± 0,06 ^c	4,02 ± 0,03 ^c	9,89 ± 0,06 ^d
	3	6,00 ± 0,33 ^{d*}	9,71 ± 0,04 ^b	10,95 ± 0,04 ^b
	6	9,91 ± 0,75 ^a	12,41 ± 0,08 ^a	11,03 ± 0,1 ^c
	9	9,79 ± 0,39 ^b	12,50 ± 0,11 ^a	13,27 ± 0,02 ^a

Keterangan : Notasi pada huruf kecil menunjukkan notasi interaksi antar perlakuan asal rimpang dan umur panen rimpang tanaman jahe. Angka yang diikuti dengan huruf kecil pada setiap perlakuan (notasi a,b,c, dan d) menunjukkan berbeda nyata. Tanda bintang pada tabel menunjukkan data tertinggi.

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam pada tabel diatas pada analisis aktivitas antioksidan DPPH menunjukan hasil yang berbeda nyata pada asal rimpang 9b, 21b, 24b dan 29b pada semua perlakuan umur panen (0, 3, 6 dan 9 bulan). Sedangkan pada asal rimpang 18b didapatkan nilai yang berbeda nyata pada perlakuan umur panen 0 dan 3 bulan, namun berbeda tidak nyata pada perlakuan umur panen 6 dan 9 bulan. Nilai aktivitas antioksidan DPPH tertinggi diperoleh pada asal rimpang 29b pada umur panen 3 bulan dengan nilai IC50 sebesar $6,00 \pm 0,33$ ug/ mL, sedangkan nilai terkecil diperoleh pada asal rimpang 18b pada umur panen 3 bulan dengan nilai IC50 sebesar $13,94 \pm 0,05$ ug/mL. Aktivitas antioksidan DPPH secara keseluruhan pada asal rimpang 059b mengalami penurunan aktivitas dari umur panen 0, 3, 6 dan 9 bulan. Pada asal rimpang 9b, 18b, 21b, dan 29b mengalami peningkatan aktivitas antioksidan DPPH pada umur panen 3 bulan dan terjadi penurunan aktivitas antioksidan pada umur panen 6 dan 9 bulan. Aktivitas antioksidan terhadap peredaman radikal superoksida berdasarkan hasil analisis sidik ragam pada asal rimpang 24b didapatkan nilai yang berbeda tidak nyata pada perlakuan umur panen 3 dan 6 bulan, namun menunjukan nilai yang berbeda nyata pada perlakuan umur panen 0 dan 9 bulan. Pada asal rimpang 9b, 18b, dan 21b didapatkan nilai yang berbeda nyata pada semua perlakuan umur panen (0, 3, 6 dan 9 bulan) pada rimpang tanaman jahe. Asal rimpang 29b didapatkan nilai yang berbeda nyata pada umur panen 0 dan 3 bulan, sedangkan didapatkan nilai yang berbeda tidak nyata pada perlakuan umur panen 6 dan 9 bulan.

Nilai tertinggi pada aktivitas antioksidan pada peredaman radikal superoksida diperoleh nilai IC50 sebesar $2,15 \pm 0,19$ ug/mL pada asal rimpang 21b umur panen 0 bulan, sedangkan nilai terendah didapatkan yaitu $24,80 \pm 0,06$ ug/mL pada asal rimpang 21b umur panen 9 bulan. Secara keseluruhan pada semua asal rimpang (9b, 18b, 21b, 24b dan 29b) aktivitas antioksidan terhadap peredaman radikal superoksida mengalami peningkatan pada umur panen 3 bulan kemudian mengalami penurunan pada umur panen 6 dan 9 bulan. Aktivitas antioksidan terhadap peredaman radikal hidroksil berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukan hasil yang berbeda nyata pada asal rimpang 9b, 18b, 21b, 24b dan 29b

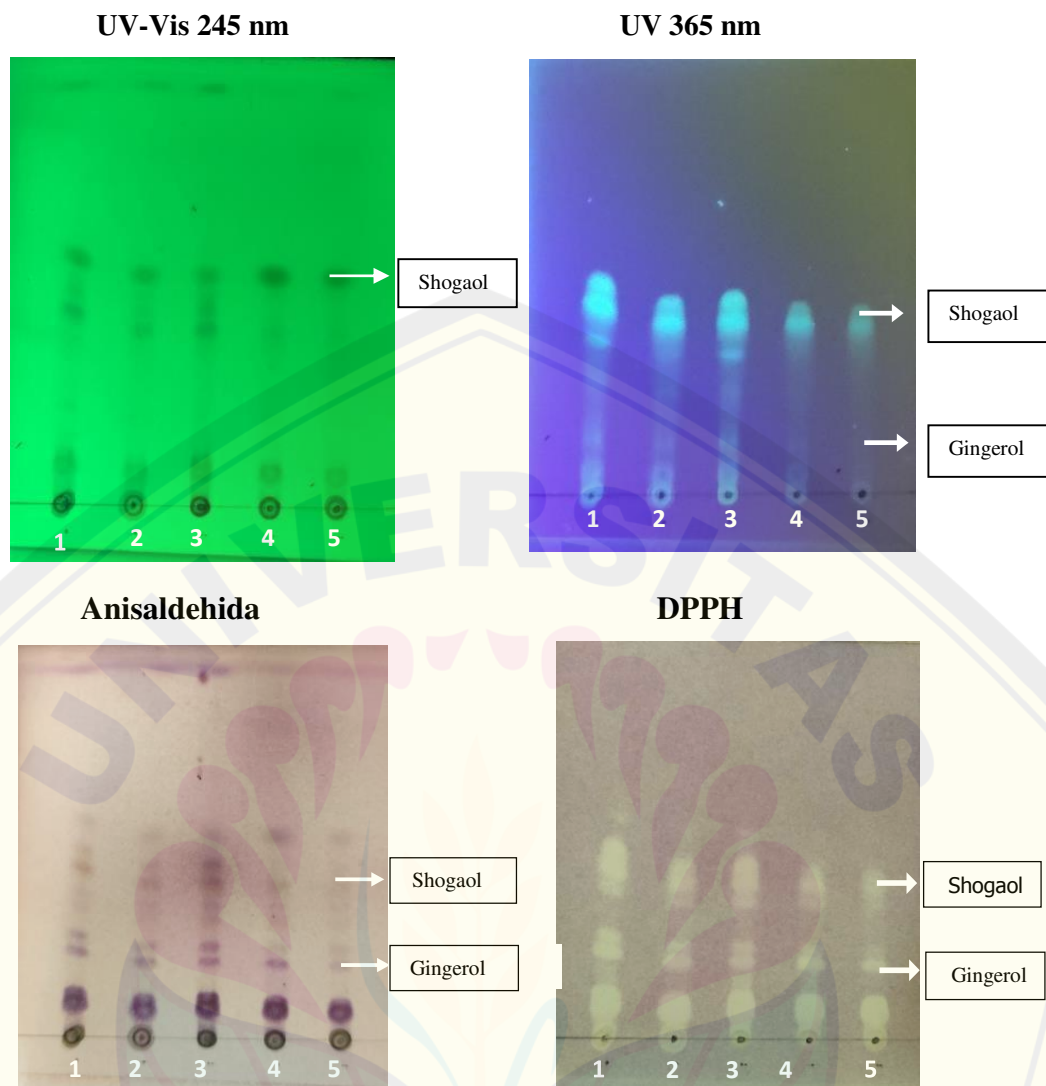
pada semua perlakuan umur panen rimpang (0, 3, 6 dan 9 bulan) pada rimpang tanaman jahe. Nilai tertinggi pada aktivitas antioksidan terhadap peredaman radikal hidroksil diperoleh nilai IC₅₀ sebesar $8,71 \pm 0,05$ ug/mL pada asal rimpang 21b pada perlakuan umur panen 3 bulan sedangkan nilai terkecil didapatkan pada asal rimpang 29b pada umur panen 9 bulan dengan nilai IC₅₀ sebesar $13,27 \pm 0,02$ ug/mL. Keseluruhan aktivitas antioksidan pada peredaman radikal hidroksil pada asal rimpang 9b, 18b, 21b, 24b dan 29b mengalami peningkatan aktivitas antioksidan pada umur panen 3 bulan dan mengalami penurunan aktivitas antioksidan pada umur panen 6 dan 9 bulan.

Senyawa antioksidan merupakan senyawa yang dapat menghambat radikal bebas yang dapat mencegah terjadinya kerusakan sel yang dapat menyebabkan penyakit. Nilai aktivitas antioksidan sejalan dengan nilai total fenolik dimana pengukuran nilai IC₅₀ pada pengujian aktivitas antioksidan DPPH, superoksida, dan hidroksil menggunakan nilai fenolik sebagai dasar pengukuran aktivitas antioksidan. Hal ini dilakukan karena senyawa fenolik sendiri merupakan senyawa antioksidan *endogen* yang terdapat pada tanaman yang memiliki fungsi salah satunya sebagai penetral senyawa radikal bebas dimana senyawa fenolik akan mendonorkan atom hidrogennya kepada radikal bebas pada membran sel pada tanaman sehingga aktivitas radikal bebas dapat terhambat. Pengukuran aktivitas antioksidan pada ekstrak sampel pada beberapa metode uji antioksidan menggunakan radikal DPPH, superoksida, dan hidroksil dihitung serapan cahaya dan dihitung presentase penghambatannya. Hasil presentase penghambatannya akan dihitung melalui kurva standar dengan presentase sumbu y dan konsentrasi fraksi antioksidan dengan sumbu x. Nilai IC₅₀ dihitung dengan memasukan nilai 50% pada sumbu x dan sumbu y tetap sebagai kurva standar. Pengujian menggunakan nilai IC₅₀ jika nilai dibawah 50 ug/mL maka aktivitas antioksidan semakin kuat, sedangkan nilai 50-100 ug/mL sedang dan nilai diatas 100 ug/mL termasuk aktivitas antioksidan lemah. Jenis simplisia jahe dapat mempengaruhi nilai antioksidan dimana pada jahe kering dipanaskan memiliki aktivitas antioksidan yang rendah dibanding jahe kering karena dalam pengolahannya mengubah senyawa gingerol menjadi shogaol (Sakulnarmat *et al.*, 2016).

Kandungan antioksidan sudah terbentuk optimal pada umur panen 9 bulan dimana hal ini dikarenakan telah berakhirnya fase vegetatif yang ditandai dengan terjadinya kelayuan dan gugurnya daun, sehingga pada umur panen 10 bulan dan 11 bulan tidak terjadi peningkatan produksi senyawa metabolit sekunder salah satunya antioksidan. Umur panen dengan asal rimpang yang berbeda dapat mempengaruhi hasil metabolit sekunder pada tanaman karena senyawa-senyawa bioaktif yang berperan sebagai antioksidan yang terakumulasi dalam rimpang tanaman jahe terjadi penurunan dimana hal ini dapat menyebabkan sel-sel pada tanaman yang telah mengalami penurunan fungsi sel atau bahkan terjadi kerusakan sel yang disebabkan pada waktu pertumbuhan tanaman maupun penyimpanan rimpang jahe. Kerusakan sel yang tidak diimbangi dengan kandungan senyawa bioaktif yang cukup akan menyebabkan hama dan penyakit akan mudah masuk ke jaringan sel tanaman sehingga pertumbuhan tanaman akan terganggu. Kandungan antoksidan juga dapat dipengaruhi oleh banyaknya sakarida yang terkandung dalam residu yang bersifat polar. Berdasarkan penelitian Li et al. (2017), kandungan gula yang terdapat dalam jahe antara lain manosa, glukosa, galaktosa, dan arabinosa. Fraksinasi yang berbeda juga dapat mempengaruhi hasil aktivitas antioksidan dimana bahwa sakarida memiliki aktivitas sebagai antioksidan (Chen & Rui, 2010). Umur rimpang dapat mempengaruhi nilai senyawa bioaktif dan aktivitas antioksidan hal ini disebabkan oleh penerimaan unsur hara yang digunakan dalam proses biosintesis metabolit sekunder pada setiap fase pertumbuhannya (Purwakusumah dkk., 2016).

4.5 Identifikasi Senyawa Gingerol dan Shogaol

Deteksi senyawa gingerol dan shogaol pada tanaman jahe dilakukan dengan menggunakan metode TLC (*Thin Layer Chromatography*). Deteksi menggunakan 4 metode pembacaan atau deteksi senyawa antara lain yaitu menggunakan UV 245 nm, UV Vis 365 nm, larutan anisaldehida, dan larutan pewarna DPPH dengan menggunakan semua asal rimpang pada umur panen 0 bulan. Berikut merupakan hasil deteksi senyawa gingerol dan shogaol pada perlakuan umur panen menggunakan metode TLC:



Gambar 4.4 Analisis *thin layer chromatography* umur rimpang 0 bulan pada semua asal rimpang dengan (1) 9b, (2) 18b, (3) 21b, (4) 24b, dan (5) 29b.

Berdasarkan hasil identifikasi senyawa menggunakan analisis TLC (*Thin Layer Chromatography*) dapat diketahui senyawa gingerol dan shogaol pada tanaman jahe pada beberapa umur panen rimpang dapat terdeteksi melalui beberapa metode pembacaan senyawa. Pembacaan senyawa didasari oleh nilai RF atau *Retention Factor* dimana nilai RF dari senyawa gingerol sendiri yaitu 0,35-0,37, sedangkan nilai RF dari senyawa shogaol sendiri yaitu 0,70-0,75 (Anggista dkk., 2019). Hasil identifikasi senyawa gingerol dan shogaol pada gambar diatas menggunakan rimpang jahe dengan umur 0 bulan pada perlakuan asal rimpang 9b,

18b 21b, 24b, dan 29b. Deteksi senyawa menggunakan UV-Vis 245 nm hasil identifikasi terhadap terdeteksi senyawa shogaol dengan nilai RF 0,70 pada eluen kedua yang ditunjukkan dengan gambar arah panah pada gambar diatas, sedangkan pembacaan dengan menggunakan UV 365 nm didapatkan hasil identifikasi yang terdeteksi yaitu senyawa gingerol dan shogaol dengan nilai rf gingerol 0,35 dan shogaol 0,72. Pembacaan senyawa dengan pewarnaan menggunakan larutan DPPH pada semua asal rimpang menunjukkan hasil senyawa yang terdeteksi yaitu gingerol dan shogaol, dengan nilai rf gingerol 0,36 dan shogaol 0,74, sedangkan pembacaan senyawa dengan pewarnaan menggunakan larutan anisaldehyda menunjukkan hasil identifikasi senyawa yang terdeteksi yaitu gingerol dan shogaol dengan nilai rf gingerol 0,35 dan shogaol 0,70.

Berdasarkan hasil deteksi senyawa gingerol dan shogaol pada pembacaan senyawa menggunakan UV 365 nm, Uv-Vis 245 nm, larutan DPPH, dan larutan anisaldehyda pada setiap asal rimpang tidak terjadi perbedaan yang signifikan dimana tebal tipisnya noda atau eluen tidak terjadi perbedaan yang nyata pada semua asal rimpang. Hal ini dapat menandakan bahwa berat molekul senyawa gingerol dan shogaol yang terdapat pada semua perlakuan asal rimpang jahe hampir sama dalam pembacaan menggunakan 4 metode pembacaan tersebut. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kandungan senyawa gingerol pada jahe antara lain varietas tanaman jahe, umur panen jahe, ekologi tanaman jahe yang berbeda, metode pembuatan simplisia jahe, dan metode ekstraksi yang digunakan (Srikandi dkk., 2020). Senyawa gingerol dan shogaol sendiri merupakan salah satu senyawa fenol yang membentuk rasa pedas pada jahe. Gingerol sendiri senyawa yang tidak stabil dengan suhu tinggi dimana dapat mudah terdegradasi menjadi senyawa turunannya (Mishara, 2009). Degradasi senyawa gingerol menjadi shogaol ini melalui proses reaksi dehidrasi. Antioksidan yang berasal dari jahe adalah gingerol, shogaol, dimana senyawa gingerol merupakan salah satu senyawa fenol terbesar dalam jahe yang memiliki sifat rentan terhadap perubahan suhu pada saat penyimpanan maupun pengolahan bahan. Suhu yang tidak sesuai, dengan mudah gingerol dapat berubah menjadi shagaol dan zingerone, dan mengakibatkan menurunnya kualitas jahe, termasuk menurunnya kadar total

fenolik jahe. Kandungan 6-shogaol yang lebih tinggi dapat disebabkan karena pemanasan saat proses pengeringan, pemanasan saat proses pengalusan hingga menjadi simplisia ataupun proses pemanasan saat penguapan pelarut. Penggunaan sampel jahe segar pada penelitian ini dikarenakan perlu dicatat bahwa penggunaan sampel jahe kering dengan melalui proses pemanasan pada jahe jenis bubuk secara signifikan lebih efisien dalam mengkonversi senyawa gingerol ke senyawa shogaol dari pada menggunakan sampel pada irisan jahe segar (Jung *et al.*, 2017).



BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa, asal rimpang dan umur panen rimpang jahe berpengaruh nyata terhadap kandungan fenolik dan flavonoid serta berpengaruh nyata pada aktivitas antioksidan DPPH, superoksida dan hidroksil. Kandungan senyawa bioaktif dan aktivitas antioksidan terjadi peningkatan pada 0 ke 3 bulan namun terjadi penurunan pada umur panen 6 dan 9 bulan pada seluruh asal rimpang dengan nilai kandungan senyawa bioaktif dan aktivitas antioksidan tertinggi pada asal rimpang 29b. Senyawa gingerol dan shogaol dapat terdeteksi oleh Uv 365 nm, DPPH, dan anisaldehida, untuk Uv-Vis 245 nm hanya dapat mendeteksi senyawa shogaol.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh umur panen terhadap kajian fisiologisnya dan senyawa biokimia lainnya pada jenis jahe yang berbeda serta penggunaan metode deteksi senyawa yang lebih spesifik lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, N. 2020. Formulasi dan Uji Iritasi Emulgel Kombinasi Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale r. var.rubrum*) dan Minyak Peppermint. *Pharmacoscript*, 2(2): 9-22
- Aly, U. I., Abbas, M. S., Taha, H. S., and Gaber, E. S. I. (2013). Characterization of 6-gingerol for in vivo and in vitro ginger (*Zingiber officinale*) using high performance liquid chromatography. *Global Journal of Botanical Science*, 1, 9-17
- Andriyani, Rina., Thelma, A.B., Sri, P. 2015. Effect Of Extraction Method On Total Flavonoid, Total Phenolic Content, Antioxidant and Anti-Bacterial Activity Of *Zingiberis officinale* Rhizome. *Procedia Chemistry*, 16(1): 149-154.
- Apak, R., Güçlü, K., Demirata, B., Özyürek, M., Çelik, S.E., & Bektaşoğlu, B. (2007). Comparative evaluation of various total antioxidant capacity assays applied to phenolic compounds with the CUPRAC assay. *Molecules*, 160, 1496-1547
- Arifin, A. S., N. D. Yuliana dan M. Rafi. 2019. Aktivitas Antioksidan pada Beras
- Attia, A.M., Ibrahim, F.A., Nabil, G.M., Aziz, S.W., 2013. Antioxidant effects of ginger (*Zingiber officinale Roscoe*) against lead acetate-induced hepatotoxicity in rats. *Afr. J. Pharmacol.* 7 (20), 1213–1219.
- Bermawie, N. dan S. Purwiyanti. 2011. Jahe (*Zingiber officinale Rosc.*). Bogor: Balai Penelitian Tanaman Obat dan Aromatik, Kementerian Pertanian. Berpigmen dan Dampaknya terhadap Kesehatan. *Pangan*, 28(1):11-22.
- Bursal, E., Köksal, E., and Gülçin, I. (2012). In vitro Antioxidant Properties and Phenolic Content of Ginger (*Zingiber officinale Rosc*) Root. *Department of Chemistry*, 86–93.
- Chang, C. C., Yang, M. H., Wen, H. M., and Chern, J. C. (2002). Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of food and drug analysis*, 10(3).
- D. Fathona, "Kandungan Gingerol dan Shogaol, Intensitas Kepedasan dan Penerimaan Panelis terhadap Oleoresin Jahe Gajah (*Zingiber officinale Var. Roscoe*), Jahe Emprit (*Zingiber officinale var. Amarum*), dan Jahe Merah (*Zingiber officinale var. Rubrum*)", Prodi Ilmu dan Teknologi Pangan, Institut Pertanian Bogor, Bogor, 2011
- Fakhrudin, M. I., C. Anam, dan M.A.M Andriani. 2015. Kajian Karakteristik Oleoresin Jahe Berdasarkan Ukuran dan Lama Perendaman Sebuk Jahe dalam Etanol. *Jurnal Biofarmasi* .25-33.

- Febriani, Yessi., Riasari, H., Winingsih, W., Aulifa, D.L., Permatasari, A. 2018. The Potential Use of Red Ginger (*Zingiber officinale Roscoe*) Dregs as Analgesic. *IJPST-SUPP*, 1(1): 57-64
- Febriyanti, S. dan Yuniarta. 2015. Pengaruh Konsentrasi Keragenan dan Rasio Sari Jahe Emprit (*Zingiber officinale var. Rubrum*) terhadap Sifat Fisik, Kimia dan Organoleptik Jelly Drink Jahe. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(2): 542-550.
- Fernand, V. E. (2003). Initial characterization of crude extracts from *Phyllanthus amarus* Schum. and Thonn. and *Quassia amara* L. using normal phase thin layer chromatography.
- Firdausni, F., Kamsina, K. 2018. Pengaruh Pemakaian Jahe Emprit dan Jahe Merah terhadap Karakteristik Fisik, Total Fenol, dan Kandungan Gingerol, Shogaol Ting-ting Jahe (*Zingiber officinale*). *J.Litbang Industri*, 8(2): 61-66
- Ghasemzadeh, A., Jaafar, H. Z., dan Rahmat, A. (2010). Antioxidant activities, total phenolics and flavonoids content in two varieties of Malaysia young ginger (*Zingiber officinale Roscoe*). *Molecules*, 15(6), 4324-4333.
- Ghasemzadeh, A., Jaafar, H. Z., Baghdadi, A., and Tayebi-Meigooni, A. (2018). Formation of 6-, 8- and 10-shogaol in ginger through application of different drying methods: altered antioxidant and antimicrobial activity. *Molecules*, 23(7), 1646.
- Gopi, S., Varma, K., and Jude, S. (2016). Study on temperature dependent conversion of active components of ginger. *International Journal of Pharma Sciences*, 6, 1344–1347
- Guo JB, Wu H, Du LM, Zhang WJ, Yang J. 2014. Comparative antioxidant properties of some gingerols and shogaols, and the relationship of their contents with the antioxidant potencies of fresh and dried ginger (*Zingiber officinale Roscoe*). *J. Agr. Sci. Tech.* 16(2014): 1063-1072.
- Hidayat, S. dan Rodame M.N. 2015. *Kitab Tumbuhan Obat*. Jakarta: AgriFlo (Penebar Swadaya Grup), hal 51.
- Jayanudin, J., Rochmadi, R., Fahrurrozi, M., dan Wirawan, S. K. (2019). Peluang oleoresin jahe sebagai sumber bahan baku berkelanjutan untuk obat-obatan. *Jurnal Integrasi Proses*, 8(2), 82-90.
- Jung, M.Y., Lee, M.K., Hee, J.K., Eun, B.O., Je, Y.S., Ji, S.P., Su, Y.P., Jung, H.O., Seong, S.C. 2017. Heat-induced Conversion of Gingerols to Shogaols in Ginger as

Affected by Heat Type (Dry or Moist Heat), Sample Type (Fresh or Dried), Temperature and Time. *J. Food Sci Biotechnol*, 1(1): 1-7

- Kaban, A. N., Tarigan, D., dan Saleh, C. (2016). Uji fitokimia dan aktivitas antioksidan fraksi nheksan dan etil asetat terhadap ekstrak jahe merah (*Zingiber officinale* var. *Amarum*). *J. Kimia Mulawarman*, 14(1), 24-28.
- Li, L., F. Chen, D. Yao, J. Wang, N. Ding and X. Liu. 2010. Balanced Fertilization for Ginger Production. *Better Crops With Plant Food*, 1(2): 25-27.
- Li, Y., Hong, T., Han, Y., Wang, Y., and Xia, L. (2016). Chemical characterization and antioxidant activities comparison in fresh, dried, stir-frying and carbonized ginger. *Journal of Chromatography B: Analytical Technologies in the Biomedical and Life Sciences*, 1011(16), 223–232
- Maizura, M., Aminah, A., Wan Aida, W.M. 2011. Total Phenolic Content And Antioxidant Activity of Kesum (*Polygonum minus*), Ginger (*Zingiber officinale*) And Tumeric (*Curcuma longa*) Extract. *International Food Resarch Journal*, 526-521: 45-56
- Mikusanti, M., dan Elfita, E. 2012. Aktivitas Antioksidan dan Sifat Kestabilan Warna Campuran Ekstrak Etil Asetat Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L.) dan Kayu Secang (*Caesalpinia sappan* L.). *Jurnal Penelitian Sains*, 15(2)
- Mošovská, S., Nováková, D., and Kaliňák, M. (2015). Antioxidant activity of ginger extract and identification of its active components. *Acta Chimica Slovaca*, 8, 115–119
- Muchlas dan Slameto. 2008. *Teknologi Budidaya Jahe*. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian: Bogor
- Monika, P., Paini, S. W., Anita, M.S. 2014. Perubahan Kadar Senyawa Bioaktif Dan Aktivitas Antioksidan Beras Organik Merah Varietas Lokal Dalm Kemasan Polipropilen Dengan Variasi Lama Penyimpanan. *J. Teknologi Pangan Dan Gizi*, 13 (1): 1-5
- Neldawati, Gusnedi, R., dan Gusnedi. (2013). Analisis Nilai Absorbansi dalam Penentuan Kadar Flavonoid untuk Berbagai Jenis Daun Tanaman Obat. *Journal Pillar of Physics*, 2: 76–83
- Nestrichia, Nadhira. 2017. Pengaruh Konsentrasi Oleoresin Dan Komposisi Bahan Penyalut Terhadap Karakteristik Mikrokapsul Oleoresin Jahe Emprit (*Zingiber officinale*) Dengan Metode Spray Drying. *Fitofarmaka*, 7(1): 1-10

- Nile, S.H., Se, W.K. 2015. Chromatographic Analysis, Antioxidant, Anti-inflammatory, And Xanthine Oxidase Inhibitory Activities of Ginger Extracts and its Reference Compounds. *Industrial Crops and Products*, 1(70): 238-244
- Nitin, K. (2009). *Longman Science Chemistry*. Delhi: Pearson Education.
- Nurlila, R. U. dan J. L. Fua. 2020. Jahe Peningkat Sistem Imun Tubuh di Era Pandemi Covid-19 di Kelurahan Kadia Kota Kendari. *Mandalah Pengabdian Masyarakat*, 1(2): 54-61.
- Ogumo EO, Kunyanga CN, Kimenju JW, Okoth MW. 2018. Effect Of Harvest Time in Duration Before Cooling on The Post Harvest Quality and Shelf Life Stability On French Bean (*Phaseolus vulgaris L.*). *J. Nutr Food Sci* 8: 1-6
- P. Mishra. 2009. Isolation, spectroscopic characterization and molecular modeling studies of mixture of curcuma longa, ginger and seed of fegreek. *International Journal of PharmTech Research*, 2(1): 79- 95,
- Pawar, N., Pai, S., Nimbalkar, M., and Dixit, G. (2011). RP-HPLC analysis of phenolic antioxidant compound 6-gingerol from different ginger cultivars. *Food Chemistry*, 126(3), 1330-1336.
- Pradipta, S., Ubaidillah, M., and Siswoyo, T. A. (2020). Physicochemical, Functional and Antioxidant Properties of Pigmented Rice. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, 8(3), 837-851.
- Priyono, K., F. Rudi, dan S. Rachmawati. 2018. Pengambilan Minyak atsiri dari Rimpang Jahe Merah menggunakan Metode Distilasi Uap dan Ekstraksi Air dengan Pemanas Microwave. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Digital Repository Universitas Jember 63“Kejuangan” Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia. 12 April 2018. UPN “Veteran” Yogyakarta: 1–7.
- Proestos, C., Sereli D., Komaitis M. 2006. Determination of Phenolic Compounds in Aromatic Plants by RP-HPLC and GC-MS. *Food Chemistry*. 95.
- Pujilestari, T. (2016). Analisis senyawa kimia pada tiga jenis jahe dan penggunaannya untuk keperluan industri. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 3(6), 32-38.
- Purwakusumah, D. E., Lusi, R., Rafi, M. Evaluasi Aktivitas Antioksidan & Perubahan Metabolit Sekunder Mayor Temulawak (*Curcuma xantoriza*) Pada Umur Rimpang yang Berbeda. *J. Jamu Indonesia*, 1(1); 10-17
- R. Rehman, M. Akram, N. Q. Akhtar, Jabeen, T. Saeed, S.M.A. Shah, K. Ahmed, G. Shaheen, and H.M. Asif, "*Zingiber officinale Roscoe*

(pharmacological activity), "Journal of Medicinal Plants Research, vol. 5, no. 3, pp. 344-348, 2011.

Rusmin, D., Suhartanto, M.R. dan Ilyas, S. (2015). Pengaruh Umur Panen Rimpang terhadap Perubahan Fisiologi dan Viabilitas Benih Jahe Putih Besar selama Penyimpanan. *Jurnal Littri*. 21 (1), 17-24

Sahu, R., & Saxena, J. (2013). Screening of total phenolic and flavonoid content in conventional and non-conventional species of curcuma. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 2(1).

Sakulnarmrat, K.; Srzednicki, G.; Konczak, I. Antioxidant, enzyme inhibitory and antiproliferative activity of polyphenolic-rich fraction of commercial dry ginger powder. *Int. J. Food Sci. Tech.* 2015, 50, 2229–2235

Sanewski, G.M. 2002. Rhizome and fibre Development in Early Harvest Ginger (*Zingiber officinale* Rosc). School of Land, Crop dan Food Sciences. The University Of Queensland, Ph.D. Thesis

Sayuti, K., dan Yenrina, R. (2015). Antioksidan alami dan sintetik. *Padang. Universitas Adalas*, 40.

Semwal, R.S., Semwal, D.K., Combrinck, S., Viljoen, A.M., 2015. Gingerols and shogaols: important nutraceutical principles from ginger. *Phytochemistry* 117, 554–568.

Shimada, K., Fujikawa, K., Yahara, K., & Nakamura, T. (1992). Antioxidative properties of xanthan on the autoxidation of soybean oil in cycloextrin emulsion. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40, 945e948

Sari, A. K. & N. Ayuhecaria. 2017. Penetapan Kadar Fenolik Total dan Flavonoid Total Ekstrak Beras Hitam (*Oryza sativa* L.) Dari Kalimantan Selatan. *Jurnal Ilmiah Ibnu Sina*, 2(2):327-335

Siswoyo, T. A, Madios Aldiano, and Hoshokawa. 2012. Free Radical Scavenging Activity and DNA Damage Protective Effect of Melinjo (*Gnetum gnemon* L). *Journal of Medicine Plants research*. Academic journal.

Srikandi, M. Humairoh, dan R. T. M. Sutamihardi. 2020. Kandungan Gingerol dan Shogaol dari Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber officinale* Roscoe) dengan Metode Meserasi Bertingkat. *Al-Kimiya*, 7(2): 75-81.

Sugiarti, L., Suwandi, A., dan Syawaalz, A. (2017). Gingerol Pada Rimpang Jahe Merah (*Zingiber officinale*, Roscoe) Dengan Metode Perkolasi Termodifikasi Basa. *J. Sains Natural*, 1(2), 156-165.

- Sutamihardja, RTM., Srikandi., dan M. Humairah. 2020. Kandungan Gingerol dan Shogaol dari Ekstrak Jahe Merah (*Zingiber Officinale Roscoe*) Dengan Metode Maserasi Bertingkat. *al- Khimiya*, 7(2): 75-81.
- A. Syahriandi, "Analisis Kandungan Minyak Atsiri pada Rimpang Tanaman Jahe (*Zingiber officinale Rosc.*) yang di Induksi Dengan Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA)", Fakultas Farmasi, Universitas Andalas, Padang, 2011
- Taga, M. S., E. E. Miller, and D. E. Pratt. 1984. Chia Seed as a Source of Natural Lipid Antioxidant. *AOCS*, 61: 928-931.
- Togo, H. 2004. *Advanced Free Radical Reactions for Organic Synthesis*. Chiba: Japan.
- Tripathi, A. K., Verma, R. K., Gupta, A. K., Gupta, M. M., and Khanuja, S. P. (2006). Quantitative determination of phyllanthin and hypophyllanthin in *Phyllanthus* species by high-performance thin layer chromatography. *Phytochemical Analysis: An International Journal of Plant Chemical and Biochemical Techniques*, 17(6), 394-397.
- Wahyudi, L. D., Ratnadewi, A. A. I., and Siswoyo, T. A. (2016). Potential antioxidant and antidiabetic activities of kayu kuning (*Arcangelisia flava*). *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 9, 396-402.
- Wang, T. Y., Q. Li, & K. S. Bi. 2018. Bioactive Flavonoids in Medical Plant : Structure, Activity and Biological Fate. *Pharmaceutical Sciences* 13, 1(2): 12-23.
- Wiendarlina, I. Y., dan Sukaesih, R. (2019). Perbandingan Aktivitas Antioksidan Jahe Emprit (*Zingiber officinale var Amarum*) Dan Jahe Merah (*Zingiber officinale var Rubrum*) Dalam Sediaan Cair Berbasis Bawang Putih Dan Korelasinya Dengan Kadar Fenol Dan Vitamin C. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 6(1), 315-324.
- Yeh, H. Y., Chuang, C. H., Chen, H. C., Wan, C. J., Chen, T. L., and Lin, L. Y. (2014). Bioactive components analysis of two various gingers (*Zingiber officinale Roscoe*) and antioxidant effect of ginger extracts. *LWT-Food Science and Technology*, 55(1), 329-334.
- Yuliningtyas, A.W., Santoso, H., Syauqi, A. 2019. Uji kandungan senyawa aktif minuman jahe sereh (*Zingiber officinale dan Cymbopogon citratus*). *J. Ilmiah Biosaintropis* 4 (2): 1-6.
- Zuraida, Sulistiyani, D. Sajuthi dan I. H. Suparto. 2017. Fenol, Flavonoid, dan Aktivitas Antioksidan pada Ekstrak Kulit Batang Pulai (*Alstonia scholaris* R.Br). *Hasil Hutan*, 35(3): 211-219.

Zaeoung, S.; Plubrukarn, A.; Keawpradub, N. Cytotoxic and free radical scavenging activities of Zingiberaceous rhizomes. *Songklanakar J. Sci. Technol.* 2005, 27, 799–812.



LAMPIRAN

A) Dokumentasi Penelitian



Persiapan Bibit



Persiapan Media Tanam



Penyemaian Bibit



Pemindahan Bibit ke Pot



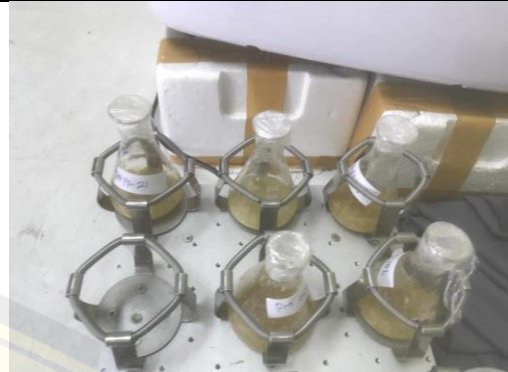
Perawatan Tanaman



Pemanenan Jahe



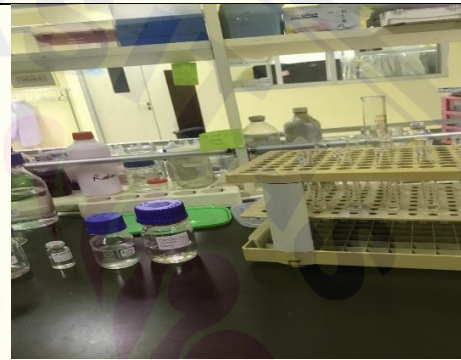
Persiapan Ekstraksi



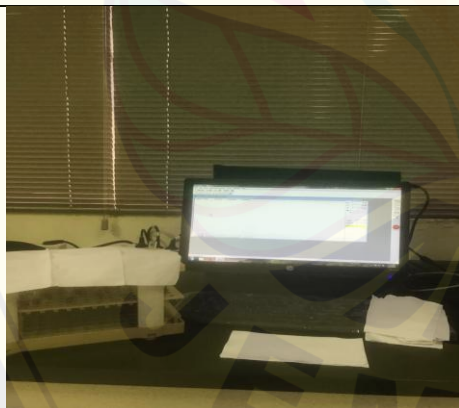
Proses Ekstraksi Maserasi



Penyaringan Hasil Ekstraksi



Proses Analisis Senyawa Bioaktif



**Proses Analisis Aktivitas
Antioksidan**



**Proses Identifikasi Senyawa
Gingerol dan Shogaol**

B) Lampiran Analisis Data

a. Tinggi Tanaman

Asal Rimpang	Umur Panen	U1	U2	U3
059	0	0	0	0
	3	32	35	30
	6	70	67	73
	9	88	93	83
9b	0	0	0	0
	3	65	67	63
	6	72	73	71
	9	85	88	82
18b	0	0	0	0
	3	68	66	70
	6	70	73	67
	9	81	82	80
21b	0	0	0	0
	3	54	57	51
	6	65	69	61
	9	78	77	79
29	0	0	0	0
	3	35	33	37
	6	75	78	72
	9	92	94	90

SK	db	JK	KT	F-Hitung	F 5%	F 1%	Notasi
Perlakuan	19	65604,32	3452,86	620,27	1,85	2,39	**
Asal Rimpang	4	575,57	143,89	25,85	2,61	3,83	**
Umur Panen	3	61781,25	20593,75	3699,48	2,84	4,31	**
AR x UP	12	3247,50	270,63	48,62	2,00	2,66	**
Error	40	222,67	5,57				
Total	59	65826,98					

59 x UP	Rata-rata	88	70	32,33	0	Notasi
59(9)	88	0				a
59(6)	70	18	0			b
59(3)	32,33	55,67	37,67	0		c
59(0)	0	88	70	32,33	0	d

9b x UP	Rata-rata	85	72	65	0	Notasi
9b(9)	85	0				a
9b(6)	72	13	0			b
9b(3)	65	20	7	0		c
9b(0)	0	85	72	65	0	d

18b x UP	Rata-rata	81	70	68	0	Notasi
18b(9)	81,00	0,00				a
18b(6)	70,00	11,00	0			b
18b(3)	68,00	13,00	2,00	0		c
18b(0)	0,00	81,00	70,00	68,00	0	d

21b x UP	Rata-rata	78	65	54	0	Notasi
21b(9)	78,00	0				a
21b(6)	65,00	13,00	0			b
21b(3)	54,00	24,00	11,00	0		c
21b(0)	0,00	78,00	65,00	54,00	0	d

29b x UP	Rata-rata	92	75	35	0	Notasi
29b(6)	92,00	0				a
29b(3)	75,00	17,00	0			b
29b(6)	35,00	57,00	40,00	0		c
29b(0)	0,00	92,00	75,00	35,00	0	d

b) Jumlah Daun

Asal Rimpang	Umur Panen	U1	U2	U3
059	0	0	0	0
	3	9	11	7
	6	161	170	152
	9	210	215	205
9b	0	0	0	0
	3	18	15	21
	6	46	47	45
	9	188	180	196
18b	0	0	0	0
	3	21	25	17

	6	46	56	36
	9	190	182	198
21b	0	0	0	0
	3	15	18	12
	6	90	97	83
	9	173	180	166
29	0	0	0	0
	3	6	7	5
	6	60	53	67
	9	350	362	338

SK	db	JK	KT	F-Hitung	F 5%	F 1%	Notasi
Perlakuan	19	556915,65	29311,4	881,54	1,85	2,39	**
Asal Rimpang	4	17336,40	4334,10	130,35	2,61	3,83	**
Umur Panen	3	465011,25	155004	4661,77	2,84	4,31	**
AR x UP	12	74568,00	6214,00	186,89	2,00	2,66	**
Error	40	1330,00	33,25				
Total	59	558245,65					

59 x UP	Rata-rata	210	161	9	0	Notasi
59(9)	210	0				a
59(6)	161	49	0			b
59(3)	9	201	152	0		c
59(0)	0	210	161	9	0	c

9b x UP	Rata-rata	188	46	18	0	Notasi
9b(9)	188	0				a
9b(6)	46	142	0			b
9b(3)	18	170	28	0		c
9b(0)	0	188	46	18	0	d

18b x UP	Rata-rata	190	46	21	0	Notasi

18b(9)	190,00	0,00				a
18b(6)	46,00	144,00	0			b
18b(3)	21,00	169,00	25,00	0		c
18b(0)	0,00	190,00	46,00	21,00	0	d

21b x UP	Rata-rata	173	90	15	0	Notasi
21b(9)	173,00	0				a
21b(6)	90,00	83,00	0			b
21b(3)	15,00	158,00	75,00	0		c
21b(0)	0,00	173,00	90,00	15,00	0	d

29b x UP	Rata-rata	350	60	6	0	Notasi
29b(6)	350,00	0				a
29b(3)	60,00	290,00	0			b
29b(6)	6,00	344,00	54,00	0		c
29b(0)	0,00	350,00	60,00	6,00	0	c

c) Jumlah Tunas

Asal Rimpang	Umur Panen	U1	U2	U3
059	0	0	0	0
	3	2	2	2
	6	16	18	14
	9	30	33	27
9b	0	0	0	0
	3	3	4	2
	6	8	11	5
	9	14	17	11
18b	0	0	0	0
	3	4	5	3
	6	8	12	5
	9	9	11	7
21b	0	0	0	0
	3	3	2	4
	6	11	10	11
	9	13	15	11
29	0	0	0	0
	3	3	3	2
	6	6	8	4
	9	25	27	23

SK	db	JK	KT	F-Hitung	F 5%	F 1%	Notasi
Perlakuan	19	4077,73	214,62	68,13	1,85	2,39	**
Asal Rimpang	4	333,23	83,31	26,45	2,61	3,83	**
Umur Panen	3	2950,00	983,33	312,17	2,84	4,31	**
AR x UP	12	794,50	66,21	21,02	2,00	2,66	**
Error	40	126,00	3,15				
Total	59	4203,73					

59 x UP	Rata-rata	30	16	2	0	Notasi
59(9)	30	0				a
59(6)	16	14	0			b
59(3)	2	28	14	0		c
59(0)	0	30	16	2	0	c

9b x UP	Rata-rata	14	8	3	0	Notasi
9b(9)	14	0				a
9b(6)	8	6	0			b
9b(3)	3	11	5	0		c
9b(0)	0	14	8	3	0	c

18b x UP	Rata-rata	9	8	4	0	Notasi
18b(9)	9,00	0,00				a
18b(6)	8,00	1,00	0			ab
18b(3)	4,00	5,00	4,00	0		b
18b(0)	0,00	9,00	8,00	4,00	0	c

21b x UP	Rata-rata	13	10,67	3	0	Notasi
21b(9)	13,00	0				a
21b(6)	10,67	2,33	0			ab
21b(3)	3,00	10,00	7,67	0		c

21b(0)	0,00	13,00	10,67	3,00	0	c
--------	------	-------	-------	------	---	---

29b x UP	Rata-rata	25	6	2,57	0	Notasi
29b(6)	25,00	0				a
29b(3)	6,00	19,00	0			b
29b(6)	2,57	22,43	3,43	0		c
29b(0)	0,00	25,00	6,00	2,57	0	c

d) Panjang Akar

Asal Rimpang	Umur Panen	U1	U2	U3
059	0	0	0	0
	3	22	24	20
	6	26	28	24
	9	38	39	37
9b	0	0	0	0
	3	23	25	21
	6	27	27	25
	9	32	35	29
18b	0	0	0	0
	3	15	18	12
	6	25	29	21
	9	35	37	33
21b	0	0	0	0
	3	14	16	12
	6	25	27	23
	9	30	31	33
29	0	0	0	0
	3	12	15	9
	6	23	26	20
	9	40	44	36

SK	db	JK	KT	F-Hitung	F 5%	F 1%	Notasi	
Perlakuan		19	10460,85	550,57	113,91	1,85	2,39	**
Asal Rimpang		4	113,10	28,28	5,85	2,61	3,83	**
Umur Panen		3	9975,92	3325,31	687,99	2,84	4,31	**
AR x UP		12	371,83	30,99	6,41	2,00	2,66	**
Error		40	193,33	4,83				
Total		59	10654,18					

59 x UP	Rata-rata	30	16	2	0	Notasi
59(9)	30	0				a
59(6)	16	14	0			b
59(3)	2	28	14	0		c
59(0)	0	30	16	2	0	c

9b x UP	Rata-rata	14	8	3	0	Notasi
9b(9)	14	0				a
9b(6)	8	6	0			b
9b(3)	3	11	5	0		c
9b(0)	0	14	8	3	0	c

18b x UP	Rata-rata	9	8	4	0	Notasi
18b(9)	9,00	0,00				a
18b(6)	8,00	1,00	0			ab
18b(3)	4,00	5,00	4,00	0		b
18b(0)	0,00	9,00	8,00	4,00	0	c

21b x UP	Rata-rata	13	10,67	3	0	Notasi
21b(9)	13,00	0				a
21b(6)	10,67	2,33	0			ab
21b(3)	3,00	10,00	7,67	0		c
21b(0)	0,00	13,00	10,67	3,00	0	c

29b x UP	Rata-rata	25	6	2,57	0	Notasi
29b(6)	25,00	0				a
29b(3)	6,00	19,00	0			ab
29b(6)	2,57	22,43	3,43	0		bc
29b(0)	0,00	25,00	6,00	2,57	0	c

e) Berat Rimpang

Asal Rimpang	Umur Panen	U1	U2	U3
059	0	11,91	11,64	9,36
	3	27,90	26,73	25,88
	6	44,1	42,56	40,13
	9	286	277	268
9b	0	11,83	11,60	10,86
	3	20,21	21,32	20,05
	6	37,5	39,6	35,5
	9	65	70	60
18b	0	15,56	16,32	16,73
	3	22,26	24,87	20,34
	6	29,2	31,56	27,98
	9	78	88	68
21b	0	16,75	15,77	17,47
	3	20,04	19,06	21,78
	6	53,4	49,88	57,37
	9	155	148	162
29	0	8,67	9,76	8,77
	3	15,15	17,42	13,78
	6	39,8	41,35	37,45
	9	292	305	279

SK	db	JK	KT	F-Hitung	F 5%	F 1%	Notasi
Perlakuan	19	393582,91	20714,89	1110,61	1,85	2,39	**
Asal Rimpang	4	35107,53	8776,88	470,56	2,61	3,83	**
Umur Panen	3	254367,96	84789,32	4545,89	2,84	4,31	**
AR x UP	12	104107,42	8675,62	465,13	2,00	2,66	**
Error	40	746,07	18,65				
Total	59	394328,98					

59 x UP	Rata-rata	30	16	2	0	Notasi
59(9)	30	0				a
59(6)	16	14	0			b
59(3)	2	28	14	0		c
59(0)	0	30	16	2	0	d

9b x UP	Rata-rata	14	8	3	0	Notasi
9b(9)	14	0				a
9b(6)	8	6	0			ab
9b(3)	3	11	5	0		bc
9b(0)	0	14	8	3	0	c

18b x UP	Rata-rata	9	8	4	0	Notasi
18b(9)	9,00	0,00				a
18b(6)	8,00	1,00	0			ab
18b(3)	4,00	5,00	4,00	0		abc
18b(0)	0,00	9,00	8,00	4,00	0	d

21b x UP	Rata-rata	13	10,67	3	0	Notasi
21b(9)	13,00	0				a
21b(6)	10,67	2,33	0			b
21b(3)	3,00	10,00	7,67	0		c
21b(0)	0,00	13,00	10,67	3,00	0	d
29b x UP	Rata-rata	25	6	2,57	0	Notasi
29b(6)	25,00	0				a
29b(3)	6,00	19,00	0			b
29b(6)	2,57	22,43	3,43	0		bc
29b(0)	0,00	25,00	6,00	2,57	0	d

f) Fenolik

Asal Rimpang	Umur Panen	U1	U2	U3
059	0	0,95	0,93	0,88
	3	1,59	1,49	1,48
	6	1,37	1,43	1,45
	9	1,19	1,20	1,29
9b	0	0,90	0,97	0,95
	3	1,28	1,41	1,41
	6	1,49	1,56	1,62
	9	0,96	0,90	0,84
18b	0	1,01	0,99	0,99
	3	1,86	1,79	1,73
	6	1,45	1,27	1,41
	9	1,28	1,17	1,15

21b	0	0,96	0,97	0,97
	3	2,58	2,68	2,65
	6	1,74	1,78	1,80
	9	1,70	1,50	1,67
29	0	0,85	0,87	0,86
	3	2,93	2,75	2,82
	6	1,15	1,08	1,16
	9	1,03	1,04	1,06

SK	db	JK	KT	F-Hitung	F 5%	F 1%	Notasi
Perlakuan	19	16,71757333	0,879872	257,1473	1,852892	2,393738	**
Asal Rimpang	4	2,288423333	0,572106	167,2009	2,605975	3,828294	**
Umur Panen	3	9,81924	3,27308	956,5748	2,838745	4,312569	**
AR x UP	12	4,60991	0,384159	112,2725	2,003459	2,664827	**
Error	40	0,14	0,003422				
Total	59	16,85					

59 x UP	Rata-rata	1,42	1,23	1,04	0,92	Notasi
59(6)	1,42	0				a
59(9)	1,23	0,19	0			b
59(3)	1,04	0,38	0,19	0		c
59(0)	0,92	0,5	0,31	0,12	0	d

9b x UP	Rata-rata	1,56	1,37	0,94	0,9	Notasi
9b(6)	1,56	0				a
9b(3)	1,37	0,19	0			b
9b(0)	0,94	0,62	0,75	0		c
9b(9)	0,9	0,66	0,71	0,23	0	d

18b x UP	Rata-rata	1,79	1,38	1,2	1	Notasi
18b(3)	1,79	0				a
18b(6)	1,38	0,41	0			b
18b(9)	1,20	0,59	0,18	0		c
18b(0)	1,00	0,79	0,38	0,20	0	d

21b x UP	Rata-rata	2,64	1,77	1,62	0,97	Notasi
21b(3)	2,64	0				a
21b(6)	1,77	0,87	0			b
21b(9)	1,62	1,02	0,15	0		c
21b(0)	0,97	1,67	0,80	0,65	0	d

29b x UP	Rata-rata	2,64	1,77	1,62	0,97	Notasi
29b(3)	2,83	0				a
29b(6)	1,13	1,51	0			b
29b(9)	1,04	1,60	0,73	0		c
29b(0)	0,86	1,78	0,91	0,76	0	d

g) Flavonoid

Asal Rimpang	Umur Panen	U1	U2	U3
059	0	0,36	0,35	0,37
	3	1,46	1,34	1,52
	6	1,14	0,94	0,93
	9	0,72	0,57	0,47
9b	0	0,40	0,41	0,40
	3	1,32	1,23	1,33
	6	1,16	0,97	0,97
	9	0,66	0,77	0,72
18b	0	0,45	0,44	0,43
	3	1,47	1,53	1,52
	6	0,79	0,80	1,01
	9	0,83	0,87	0,83
21b	0	0,42	0,40	0,41
	3	2,20	2,09	2,15
	6	1,16	1,14	1,12
	9	1,07	1,07	1,06
29	0	0,30	0,29	0,30
	3	2,37	2,13	2,11
	6	1,17	1,08	1,21
	9	0,79	0,84	0,90

SK	db	JK	KT	F-Hitung	F 5%	F 1%	Notasi
Perlakuan	19	16,75	0,88	167,01	1,85	2,39	**
Asal Rimpang	4	1,21	0,30	57,29	2,61	3,83	**
Umur Panen	3	14,01	4,67	884,45	2,84	4,31	**
AR x UP	12	1,53	0,13	24,22	2,00	2,66	**
Error	40	0,21	0,01				
Total	59	16,97					

59 x UP	Rata-rata					Notasi
59(3)	1,44	0	1	0,59	0,36	a
59(6)	1	0,44	0			b
59(9)	0,59	0,85	0,41	0		c
59(0)	0,36	1,08	0,64	0,23	0	d

9b x UP	Rata-rata					Notasi
9b(3)	1,29	0	1,03	0,72	0,4	a
9b(6)	1,03	0,26	0			b
9b(9)	0,72	0,57	0,31	0		c
9b(0)	0,4	0,89	0,63	0,32	0	d

18b x UP	Rata-rata					Notasi
18b(3)	1,51	0,00	0,87	0,84	0,44	a
18b(6)	0,87	0,64	0			b
18b(9)	0,84	0,67	0,03	0		b
18b(0)	0,44	1,07	0,43	0,40	0	c

21b x UP	Rata-rata					Notasi
21b(3)	2,15	0	1,14	1,07	0,41	a
21b(6)	1,14	1,01	0			b
21b(9)	1,07	1,08	0,07	0		b
21b(0)	0,41	1,74	0,73	0,66	0	c

29b x UP	Rata-rata	2,2	1,15	0,84	0,3	Notasi
29b(3)	2,20	0				a
29b(6)	1,15	1,05	0			b
29b(9)	0,84	1,36	0,31	0		c
29b(0)	0,30	1,90	0,85	0,54	0	d

h) Ratio Tf/Tp

SK	db	JK	KT	F-Hitung	F 5%	F 1%	Notasi
Perlakuan	19	23082,11	1214,85	31,97	1,85	2,39	**
Asal Rimpang	4	1079,23	269,81	7,10	2,61	3,83	**
Umur Panen	3	16856,49	5618,83	147,86	2,84	4,31	**
AR x UP	12	5146,39	428,87	11,29	2,00	2,66	**
Error	40	1520,06	38,00				
Total	59	24602,17					

59 x UP	Rata-rata	94,82	71,03	48,15	39,19	Notasi
59(3)	94,82	0				a
59(6)	71,03	23,79	0			b
59(9)	48,15	46,67	22,88	0		c
59(0)	39,19	55,63	31,84	8,96	0	c

9b x UP	Rata-rata	94,9	80,01	66,64	42,94	Notasi
9b(3)	94,9	0				a
9b(9)	80,01	14,89	0			b
9b(6)	66,64	28,26	13,37	0		c
9b(0)	42,94	51,96	37,07	23,7	0	d

18b x UP	Rata-rata	84,12	70,46	63,04	44,14	Notasi
18b(3)	84,12	0,00				a

18b(9)	70,46	13,66	0			b
18b(6)	63,04	21,08	7,42	0		b
18b(0)	44,14	39,98	26,32	18,90	0,00	c

21b x UP	Rata-rata	81,46	65,92	64,31	42,42	Notasi
21b(3)	81,46	0				a
21b(9)	65,92	15,54	0			b
21b(6)	64,31	17,15	1,61	0		b
21b(0)	42,42	39,04	23,50	21,89	0	c

29b x UP	Rata-rata	102,02	80,79	77,72	34,50	Notasi
29b(6)	102,02	0				a
29b(9)	80,79	21,23	0			b
29b(3)	77,72	24,30	3,07	0		b
29b(0)	34,50	67,52	46,29	43,22	0	c

i) Aktivitas Antioksidan DPPH

Asal Rimpang	Umur Panen	U1	U2	U3
059	0	7,74	7,78	7,7
	3	8,30	8,31	7,95
	6	10,00	9,35	9,94
	9	10,38	10,29	10,24
9b	0	8,3	8,36	8,34
	3	7,19	7,13	7,13
	6	9,82	9,85	9,23
	9	10,63	10,81	10,76
18b	0	13,89	13,94	13,98
	3	8,64	8,44	8,60
	6	9,92	9,71	10,51
	9	9,97	9,96	9,86
21b	0	6,96	6,88	7,04
	3	6,84	6,59	6,34
	6	9,60	9,74	9,55
	9	11,90	12,00	11,99
29	0	7,93	7,87	7,98
	3	6,33	5,67	5,98
	6	10,52	10,13	9,07
	9	9,36	9,27	9,31

SK	db	JK	KT	F-Hitung	F 5%	F 1%	Notasi
Perlakuan	19	204,75	10,78	171,27	1,85	2,39	**
Asal Rimpang	4	37,12	9,28	147,47	2,61	3,83	**
Umur Panen	3	83,53	27,84	442,51	2,84	4,31	**
AR x UP	12	84,10	7,01	111,39	2,00	2,66	**
Error	40	2,52	0,06				
Total	59	207,27					

59 x UP	Rata-rata	10,3	9,76	8,19	7,74	Notasi
59(9)	10,3	0				a
59(6)	9,76	0,54	0			b
59(3)	8,19	2,11	1,57	0		c
59(0)	7,74	2,56	2,02	0,45	0	d

9b x UP	Rata-rata	10,73	9,63	8,33	7,15	Notasi
9b(9)	10,73	0				a
9b(6)	9,63	1,1	0			b
9b(0)	8,33	2,4	1,3	0		c
9b(3)	7,15	3,58	2,48	1,18	0	d

18b x UP	Rata-rata	13,94	10,05	9,93	8,56	Notasi
18b(0)	13,94	0,00				a
18b(6)	10,05	3,89	0			b
18b(9)	9,93	4,01	0,12	0		b
18b(3)	8,56	5,38	1,49	1,37	0	c

21b x UP	Rata-rata	11,96	9,63	6,96	6,59	Notasi
21b(9)	11,96	0				a
21b(6)	9,63	2,33	0			b
21b(0)	6,96	5,00	4,63	0		c
21b(3)	6,59	5,37	4,26	2,70	0	d

29b x UP	Rata-rata	9,91	9,31	7,93	5,99	Notasi
29b(6)	9,91	0				A
29b(9)	9,31	0,60	0			B
29b(0)	7,93	1,98	7,33	0		C
29b(3)	5,99	3,92	3,32	1,94	0	D

j) Aktivitas Antioksidan Superoksida

Asal Rimpang	Umur Panen	U1	U2	U3
059	0	9,54	9,48	9,6
	3	7,96	7,96	7,99
	6	7,98	7,92	7,90
	9	13,18	13,13	13,16
9b	0	12,02	12,05	12,02
	3	9,12	9,10	9,03
	6	11,41	11,81	11,55
	9	16,05	16,04	16,05
18b	0	12,7	12,75	12,71
	3	7,69	7,66	7,66
	6	15,76	15,75	15,74
	9	23,73	23,74	23,78
21b	0	2,15	2,19	2,11
	3	8,78	8,87	8,83
	6	14,97	14,97	15,01
	9	24,72	24,80	24,81
29	0	4,02	4,05	4
	3	9,75	9,70	9,66
	6	12,57	12,51	12,41
	9	12,28	12,56	12,49

SK	db	JK	KT	F-Hitung	F 5%	F 1%	Notasi
Perlakuan	19	1753,89	92,31	20774,93	1,85	2,39	**
Asal Rimpang	4	241,98	60,50	13614,85	2,61	3,83	**
Umur Panen	3	946,40	315,47	70997,43	2,84	4,31	**
AR x UP	12	565,51	47,13	10606,00	2,00	2,66	**
Error	40	0,18	0,00				
Total	59	1754,07					

59 x UP	Rata-rata	13,16	9,54	7,97	7,93	Notasi
59(9)	13,16	0				a
59(0)	9,54	3,62	0			b
59(3)	7,97	5,19	1,57	0		c
59(6)	7,93	5,23	1,61	0,04	0	c

9b x UP	Rata-rata	16,05	12,03	11,59	9,08	Notasi
9b(9)	16,05	0				a
9b(0)	12,03	4,02	0			b
9b(6)	11,59	4,46	0,44	0		c
9b(3)	9,08	6,97	2,95	2,51	0	d

18b x UP	Rata-rata	23,75	15,75	12,72	7,67	Notasi
18b(9)	23,75	0,00				a
18b(6)	15,75	8,00	0			b
18b(0)	12,72	11,03	3,03	0		c
18b(3)	7,67	16,08	8,08	5,05	0	d
21b x UP	Rata-rata	24,78	14,98	8,83	2,15	Notasi
21b(9)	24,78	0				a
21b(6)	14,98	9,80	0			b
21b(3)	8,83	15,95	6,15	0		c
21b(0)	2,15	22,63	12,83	6,68	0	d

29b x UP	Rata-rata	12,5	12,44	9,7	4,02	Notasi
29b(6)	12,50	0				a
29b(9)	12,44	0,06	0			a
29b(3)	9,70	2,80	9,64	0		b
29b(0)	4,02	8,48	8,42	5,68	0	c

k) Aktivitas Antioksidan Hidroksil

Asal Rimpang	Umur Panen	U1	U2	U3
059	0	10,22	10,20	10,21
	3	9,85	9,95	9,91
	6	10,88	10,77	10,86
	9	11,25	10,97	11,03
9b	0	10,88	10,94	10,82
	3	9,04	9,02	9,00
	6	10,50	10,47	10,72
	9	11,38	11,25	11,34
18b	0	11,31	11,37	11,25
	3	11,06	10,99	10,96
	6	11,74	11,55	11,67
	9	12,65	12,34	12,66
21b	0	9,43	9,49	9,37
	3	10,70	10,66	10,76
	6	10,68	11,04	10,94
	9	11,68	11,88	11,85
29	0	9,89	9,94	9,83
	3	11,35	11,40	11,31
	6	10,97	11,41	10,99
	9	13,23	13,28	13,27

SK	db	JK	KT	F-Hitung	F 5%	F 1%	Notasi
Perlakuan	19	55,92	2,94	263,66	1,85	2,39	**
Asal Rimpang	4	14,11	3,53	316,11	2,61	3,83	**
Umur Panen	3	26,82	8,94	800,90	2,84	4,31	**
AR x UP	12	14,98	1,25	111,87	2,00	2,66	**
Error	40	0,45	0,01				
Total	59	56,36					

59 x UP	Rata-rata	11,08	10,84	10,21	9,9	Notasi
59(9)	11,08	0				a
59(6)	10,84	0,24	0			b
59(0)	10,21	0,87	0,63	0		c
59(3)	9,9	1,18	0,94	0,31	0	d

9b x UP	Rata-rata	11,32	10,88	10,56	9,02	Notasi
---------	-----------	-------	-------	-------	------	--------

9b(9)	11,32	0				a
9b(0)	10,88	0,44	0			b
9b(6)	10,56	0,76	0,32	0		c
9b(3)	9,02	2,3	1,86	1,54	0	d
18b x UP	Rata-rata	12,55	11,65	11,31	11	Notasi
18b(9)	12,55	0,00				a
18b(6)	11,65	0,90	0			b
18b(0)	11,31	1,24	0,34	0		c
18b(3)	11,00	1,55	0,65	0,31	0	d

21b x UP	Rata-rata	11,8	10,89	10,71	9,43	Notasi
21b(9)	11,80	0				a
21b(6)	10,89	0,91	0			b
21b(3)	10,71	1,09	0,18	0		c
21b(0)	9,43	2,37	1,46	1,28	0	d

29b x UP	Rata-rata	13,26	11,35	11,12	9,89	Notasi
29b(9)	13,26	0				a
29b(3)	11,35	1,91	0			b
29b(6)	11,12	2,14	0,23	0		c
29b(0)	9,89	3,37	1,46	1,23	0	d