Perbandingan Jenis Ragi dan Lama Fermentasi terhadap Kualitas Biji Kakao (*Theobroma cacao* L.)

Comparison of Yeast Types and Fermentation Duration on Cocoa Bean Quality (*Theobroma cacao* L.)

Muhammad Sultan Alam, Iradhatullah Rahim, Suherman,
Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Peternakan dan Perikanan, Universitas Muhammadiyah Parepare, Indonesia
Email korespondensi: muhammadsultanalam22@gmail.com

ABSTRAK

Muhammad Sultan Alam (1223160009). Perbandingan Jenis ragi dan Lama Fermentasi terhadap Kualitas Biji Kakao Kering (*Theobroma cacao* L.). Dibimbing oleh Iradhatullah Rahim dan Suherman.

Fermentasi merupakan tahapan dalam pengolahan biji kakao (*Theobroma cacao* L.), karena sangat menentukan kualitas akhir biji kakao, terutama aroma, rasa, dan kualitas keringnya. Penelitian ini dilakukan untuk (1) mengetahui pengaruh berbagai jenis Ragi terhadap kualitas biji kakao, (2) menentukan lama fermentasi optimal, dan (3) menganalisis interaksi antar faktor-faktor tersebut dalam mencapai hasil fermentasi optimal. Percobaan disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan struktur faktorial dua faktor, yang terdiri dari jenis ragi *Saccharomyces cerevisiae*, ragi *Candida krusei*, dan kontrol tanpa ragi) dan lama fermentasi (5 hari, 6 hari, dan 7 hari), menghasilkan 9 interaksi perlakuan dengan 3 kali ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis ragi dan lama fermentasi memiliki pengaruh yang berpengaruh terhadap suhu, kadar air, pH, dan sifat organoleptik biji kakao. Suhu tertinggi tercatat pada perlakuan *Saccharomyces cerevisiae* (R1) dengan umur 7 hari (W3) (36°C), sedangkan terendah diamati pada *Control* dengan waktu lama (31°C). Nilai pH tertinggi diperoleh pada *Saccharomyces cerevisiae* (R1) dengan umur 3 hari (W3) dan *Control* dengan lama 7 hari (5,2), sedangkan terendah terjadi pada *Candida krusei* dengan umur 7 hari (4,8). Kadar air tertinggi ditemukan pada *Saccharomyces cerevisiae* (R1) dengan umur 3 hari (W3) (8,0%), dengan yang terendah pada *Saccharomyces cerevisiae* (R1) dengan umur 6 hari (W2) (7,1%). Dalam hal atribut

sensori, aroma yang paling disukai diidentifikasi pada *Control* (R3) dengan umur 5 hari (W1), Secara keseluruhan, interaksi ragi *Saccharomyces cerevisiae* dengan periode fermentasi 7 hari (R1W3) direkomendasikan sebagai perlakuan yang paling efektif, karena mencapai keseimbangan suhu dan kelembaban yang optimal sambil meningkatkan rasa manis khas kakao. Temuan ini menyoroti peran penting pemilihan strain ragi yang tepat dan pengendalian durasi fermentasi dalam meningkatkan kualitas biji kakao secara keseluruhan.

Kata kunci: Lama fermentasi, biji kakao, jenis ragi.

ABSTRACT

Muhammad Sultan Alam (1223160009). Comparison of Yeast Types and Fermentation Duration on the Quality of Dry Cocoa Beans (Theobroma cacao L.*). Supervised by Iradhatullah Rahim and Suherman.*

Fermentation represents a critical stage in cocoa bean (Theobroma cacao L.*) processing, as it largely determines the final quality of the beans, particularly their aroma, flavor, and physical characteristics. This study was conducted to (1) assess the influence of different yeast types on cocoa bean quality, (2) determine the optimal fermentation duration, and (3) analyze the interaction between these factors in achieving optimal fermentation outcomes. The experiment was arranged in a Completely Randomized Design (CRD) with a two-factor factorial structure, consisting of yeast types (baker's yeast Saccharomyces cerevisiae, cocoa and coffee yeast Candida krusei, and a control without yeast) and fermentation periods (5, 6, and 7 days), resulting in 9 treatment combinations with 3 replications. The results revealed that both yeast type and fermentation duration had significant effects on temperature, moisture content, pH, and the organoleptic properties of cocoa beans. The highest temperature was recorded in treatment R1W3 (36°C), while the lowest was observed in R3W1 (31°C). The highest pH values were obtained in R1W3 and R3W3 (5.2), whereas the lowest occurred in R2W2 (4.8). The highest moisture content was found in R1W3 (8.0%), with the lowest in R1W2 (7.1%). In terms of sensory attributes, the most favorable aroma was identified in R3W1, sweetness was most pronounced in R1W3 and R3W3, and the best drying quality was exhibited in R1W2 and R2W2.*
Overall, the combination of baker's yeast (Saccharomyces cerevisiae) with a 7-day fermentation period (R1W3) is recommended as the most effective treatment, as it achieved optimal temperature and moisture balance while enhancing the characteristic sweet flavor of cocoa. The findings highlight the critical role of selecting appropriate yeast strains and controlling fermentation duration in improving the overall quality of cocoa beans.

Keywords: Fermentation duration, cocoa beans, yeast type.

PENDAHULUAN

Fermentasi merupakan tahap penting dalam pengolahan biji kakao (*Theobroma cacao* L.) karena sangat menentukan kualitas akhir produk cokelat. Proses ini melibatkan aktivitas mikroorganisme, terutama ragi dan bakteri asam laktat, yang mengubah senyawa kimia dalam biji kakao menjadi prekursor aroma, rasa, dan warna khas cokelat. Selain itu, fermentasi juga membantu mematikan biji, meluruhkan pulp, dan mempersiapkan biji untuk tahap pengeringan serta penyangraian. Oleh karena itu, fermentasi yang baik menjadi prasyarat utama untuk menghasilkan biji kakao berkualitas tinggi.

Fermentasi biji kakao sering menghadapi tantangan, terutama terkait pemilihan jenis ragi dan lama fermentasi. Dua faktor ini sangat memengaruhi keseimbangan mikroba, pH, dan senyawa kimia yang terbentuk. Jika fermentasi terlalu singkat, biji kakao belum mengalami perubahan optimal sehingga menghasilkan aroma dan rasa yang kurang khas. Sebaliknya, fermentasi yang terlalu lama dapat menimbulkan degradasi senyawa penting dan menghasilkan rasa asam berlebih (Nizori et al., 2021).

Penelitian terbaru di Indonesia menunjukkan bahwa variasi lama fermentasi sangat berpengaruh terhadap kualitas fisik, kimia, dan organoleptik kakao. Fermentasi selama 6 hari terbukti menghasilkan bubuk kakao dengan kadar air rendah, rasa seimbang, serta aktivitas antioksidan yang tinggi (Nizori et al., 2021). Penelitian lain melaporkan bahwa fermentasi optimal pada rentang 96–120 jam dapat menghasilkan biji dengan cita rasa terbaik, meskipun waktu yang lebih lama meningkatkan risiko penurunan mutu (Pratiwi et al., 2025).

Selain lama fermentasi, jenis ragi yang digunakan juga memengaruhi hasil fermentasi. Penambahan ragi tape maupun isolat lokal terbukti mempercepat proses, meningkatkan aktivitas antioksidan, serta memperbaiki warna dan aroma biji kakao

(Apriyanto et al., 2023; Pratiwi et al., 2025). Upaya percepatan fermentasi juga dilakukan melalui penambahan pektinase dari Aspergillus niger yang dapat meluruhkan pulp lebih cepat, sehingga lama fermentasi dapat dipersingkat tanpa menurunkan mutu (Anggraini et al., 2024).

Dengan demikian, jelas bahwa jenis ragi dan lama fermentasi merupakan dua faktor kunci yang saling memengaruhi dalam menghasilkan biji kakao berkualitas tinggi. Interaksi yang tepat di antara keduanya tidak hanya berdampak pada karakteristik fisik dan kimia biji, tetapi juga pada cita rasa dan aroma cokelat yang dihasilkan. Oleh karena itu, penelitian mengenai pengaruh jenis ragi dan lama fermentasi menjadi penting untuk menemukan metode fermentasi terbaik yang dapat diterapkan oleh petani maupun industri pengolahan kakao di Indonesia.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Kelurahan Galonta, Kecamatan Enrekang, Sulawesi Selatan. Bahan penelitian adalah biji kakao segar, Saccharomyces cerevisiae, Candida krusei, serta kontrol tanpa ragi. Rancangan penelitian menggunakan RAL faktorial dengan 2 faktor: (1) jenis ragi (R1 = Saccharomyces cerevisiae, R2 = Candida krusei, R3 = kontrol tanpa ragi), dan (2) lama fermentasi (W1 = 5 hari, W2 = 6 hari, W3 = 7 hari). Kombinasi perlakuan berjumlah 9, dengan 3 ulangan sehingga total 27 unit percobaan. Parameter yang diamati adalah suhu, pH, kelembaban, aroma, rasa, dan kualitas pengeringan. Data dianalisis dengan ANOVA, dilanjutkan uji Tukey HSD.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Suhu Fermentasi biji kakao pada perlakuan jenis jamur dan waktu fermentasi

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pada perlakuan jenis jamur dan waktu fermentasi berpengaruh nyata terhadap suhu fermentasi biji kakao. Dapat dilihat pada tabel

Tabel 1. Rerata Suhu Fermentasi biji kakao pada perlakuan jenis jamur dan waktu fermentasi

R	W			Rata-rata	NP. BNT 1%
	W1	W2	W3		
R1	35	34	36	35 ab	2.552
R2	33	32	34	33 a	
R3	31	32	33	32 a	
Rata-rata	33a	33 a	34 a		
NP. BNT 5%	1.734				

Ket. Angka yang diikuti oleh huruf yang sama, berarti tidak berbeda nyata pada taraf uji α 0.05 dan 0.01

Berdasarkan Tabel 1, interaksi faktor R (Jenis Ragi) dan W (Lama Fermentasi) menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata terhadap suhu yang dihasilkan. Rata-rata suhu tertinggi diperoleh pada kombinasi R1W3 sebesar 36, sedangkan yang terendah pada kombinasi R3W1 sebesar 31.

Perlakuan R1 menghasilkan suhu rata-rata tertinggi (35), yang berbeda nyata dengan R2 dan R3 pada taraf nyata 1% (BNT 1% = 3,34). Perlakuan R3 menunjukkan suhu terendah (32) dan berbeda nyata dengan R1.

Dari faktor W, perlakuan W3 menunjukkan pengaruh paling signifikan terhadap peningkatan suhu, dengan rata-rata 34, berbeda nyata dengan W1 (33) dan W2 (33) pada taraf nyata 5% (BNT 5% = 2,35). Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan W3 berkontribusi nyata dalam meningkatkan suhu. Interaksi antara perlakuan R dan W

menunjukkan bahwa kombinasi R1 dan W3 merupakan perlakuan paling efektif dalam menghasilkan suhu tertinggi.

2. pH Fermentasi biji kakao pada perlakuan jenis jamur dan waktu Fermentasi

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pada perlakuan jenis jamur dan waktu fermentasi berpengaruh nyata terhadap pH fermentasi biji kakao. Dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Rerata pH biji kakao pada perlakuan jenis jamur dan waktu fermentasi

R	W			Rata-rata	NP. BNT 1%
	W1	W2	W3		
R1	5.0	4.9	5.2	5 a	2.552
R2	4.9	4.8	5.0	4.9 a	
R3	5.2	5.1	5.2	5.2 a	
Rata-rata	5 a	4.9a	5.2 a		
NP. BNT 5%	1.734				

Ket. Angka yang diikuti oleh huruf yang sama, berarti tidak berbeda nyata pada taraf uji α 0.05 dan 0.01

Berdasarkan Tabel 2, interaksi antara jenis ragi (R) dan lama fermentasi (W) memberikan pengaruh terhadap nilai pH yang dihasilkan, meskipun secara statistik sebagian besar perbedaan berada dalam kisaran yang tidak berbeda nyata. Rata-rata nilai pH tertinggi diperoleh pada kombinasi R1W3 dan R3W3, keduanya sebesar 5.2, sedangkan nilai pH terendah terdapat pada kombinasi R2W2 sebesar 4.8.

Perlakuan R3 menghasilkan nilai pH rata-rata tertinggi (5.2), diikuti oleh R1 (5) dan R2 (4.9). Namun, berdasarkan uji BNT pada taraf nyata 1% (NP. BNT 1% = 3,34), perbedaan antar perlakuan R tidak seluruhnya signifikan. Hal ini ditunjukkan oleh adanya huruf yang sama (a, ab, abc) pada kolom rata-rata perlakuan R, yang

mengindikasikan bahwa perlakuan R2 tidak berbeda nyata dengan R1, dan R3 tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Dari faktor lama fermentasi (W), nilai pH tertinggi diperoleh pada perlakuan W3 (rata-rata 5.2) dan terendah pada W2 (4.9). Namun demikian, berdasarkan hasil uji BNT pada taraf 5% (NP. BNT 5% = 2,35), perbedaan nilai pH antar perlakuan waktu fermentasi juga tidak seluruhnya menunjukkan perbedaan yang signifikan secara statistik.

3. Kelembaban biji kakao pada perlakuan jenis jamur dan lama fermentasi

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa pada perlakuan jenis jamur dan waktu fermentasi berpengaruh nyata terhadap kelembaban fermentasi biji kakao. Dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Rerata kelembaban biji kakao pada perlakuan jenis jamur dan waktu fermentasi

R	W			Rata-rata	NP. BNT 1%
	W1	W2	W3		
R1	7.6	7.1	8.0	7.5 a	2.55
R2	7.2	7.1	7.4	7.3 a	
R3	7.6	7.6	7.8	7.7 a	
Rata-rata	7.5 a	7.3 a	7.7 a		
NP. BNT 5%	1.73				

Ket. Angka yang diikuti oleh huruf yang sama, berarti tidak berbeda nyata pada taraf uji α 0.05 dan 0.01

Berdasarkan Tabel 3, interaksi antara jenis ragi (R) dan lama fermentasi (W) menunjukkan adanya variasi terhadap nilai kelembaban yang dihasilkan. Nilai

kelembaban tertinggi dicapai pada kombinasi R1W3 sebesar 8.0, diikuti oleh R3W3 sebesar 7.8, sedangkan nilai terendah tercatat pada kombinasi R1W2 sebesar 7.1.

Secara umum, perlakuan R3 memberikan nilai kelembaban rata-rata tertinggi (7.7), disusul oleh R1 (7.5) dan R2 (7.3). Berdasarkan hasil uji BNT pada taraf nyata 1% (NP. BNT 1% = 3,34), perbedaan antar perlakuan tidak seluruhnya signifikan secara statistik. Hal ini ditunjukkan oleh adanya huruf yang sama (a, ab, abc) di kolom rata-rata perlakuan R, yang mengindikasikan bahwa R2 tidak berbeda nyata dengan R1 maupun R3.

Dari segi lama fermentasi, kelembaban tertinggi diperoleh pada W3 (rata-rata 7.7), sedangkan yang terendah pada W2 (7.3). Namun demikian, berdasarkan nilai BNT 5% (2,35), tidak seluruh perbedaan antar waktu fermentasi menunjukkan perbedaan yang signifikan. Ini menunjukkan bahwa perubahan kelembaban akibat waktu fermentasi juga dipengaruhi oleh interaksi dengan jenis ragi yang digunakan.

4. Kualitas Fermentasi biji kakao pada perlakuan jenis jamur dan waktu Fermentasi

Berdasarkan hasil pengamatan, perlakuan jenis ragi (R) dan lama fermentasi (W) menunjukkan adanya variasi terhadap kualitas fermentasi biji kakao yang meliputi aroma, rasa, dan kualitas pengeringan. Secara umum, kombinasi perlakuan memberikan hasil yang berbeda pada setiap parameter. Aroma terbaik diperoleh pada perlakuan R3W1, sedangkan rasa manis lebih dominan muncul pada perlakuan dengan lama fermentasi lebih panjang, yaitu R1W3 dan R3W3. Sementara itu, kualitas pengeringan terbaik diperoleh pada perlakuan R1W2 dan R2W2 yang masuk dalam kategori sangat baik.

Tabel 4. Kualitas Fermentasi biji kakao pada perlakuan jenis jamur dan waktu Fermentasi

Perlakuan	Aroma	Rasa	Kualitas Pengeringan
R1W1	2,00	2.00	1.67
R1W2	2,00	2.00	2.67
R1W3	2,00	2.67	1.00
R2W1	2,00	1.33	2.00
R2W2	2,00	2.00	2.67
R2W3	2,00	2.00	2.00
R3W1	2,67	1.33	1.33
R3W2	2,00	2.00	1.33
R3W3	2,00	2.67	1.00

Aroma : 1=Baik, 2=Sedang, 3= Buruk, Rasa : 1 = Pahit, 2 = Netral, 3 = Manis, Kualitas Pengeringan: 1 = Cukup Baik, 2 = Baik, dan 3 = Sangat Baik.

Tabel 4 menunjukkan hasil penilaian kualitas fermentasi biji kakao berdasarkan parameter aroma, rasa, dan kualitas pengeringan pada berbagai kombinasi perlakuan jenis jamur (R) dan waktu fermentasi (W). Secara umum, aroma biji kakao yang dihasilkan berada pada kategori sedang hingga baik, dengan aroma terbaik ditemukan pada perlakuan R3W1. Dari sisi rasa, sebagian besar biji kakao menunjukkan rasa netral, meskipun pada perlakuan R1W3 dan R3W3 mulai muncul rasa manis, sementara pada R2W1 dan R3W1 masih terasa pahit. Hal ini menunjukkan bahwa lama fermentasi serta jenis jamur yang digunakan berpengaruh terhadap perubahan cita rasa biji kakao.

Kualitas pengeringan juga bervariasi, dengan kategori sangat baik diperoleh pada perlakuan R1W2 dan R2W2, sedangkan perlakuan lain umumnya berada pada kategori "baik" hingga "cukup baik". Hasil ini mengindikasikan bahwa kombinasi

perlakuan jamur dan waktu fermentasi tertentu mampu menghasilkan kualitas biji kakao yang lebih optimal, baik dari segi aroma, rasa, maupun proses pengeringannya.

PEMBAHASAN

1. Suhu Fermentasi Biji Kakao pada Perlakuan Jenis Jamur dan Waktu Fermentasi

Hasil penelitian yang disajikan dalam Tabel 1, dapat disimpulkan bahwa interaksi perlakuan antara jenis ragi (R) dan lama fermentasi (W) berpengaruh nyata terhadap suhu yang dihasilkan selama proses fermentasi. (Apriyanto, 2022). Interaksi perlakuan ragi *Saccharomyces cerevisiae*, fermentasi 7 hari (R1W3) menunjukkan suhu tertinggi, yaitu 36°C, sedangkan suhu terendah tercatat pada interaksi kontrol tanpa ragi, fermentasi 5 hari (R3W1) sebesar 31°C. (Handayani, 2022). Perlakuan ragi *Saccharomyces cerevisiae* (R1) memberikan suhu rata-rata tertinggi (35°C) dan secara statistik berbeda nyata pada taraf signifikansi 1% ($\alpha = 0,01$) dibandingkan dengan ragi *Candida krusei* (R2) dan kontrol tanpa ragi (R3), dengan nilai BNT 1% sebesar 3,34. Sebaliknya, perlakuan kontrol tanpa ragi (R3) menghasilkan suhu rata-rata terendah (32°C), yang berbeda nyata dengan R1, menunjukkan bahwa jenis ragi yang digunakan sangat memengaruhi intensitas aktivitas mikroba dan eksotermisitas proses fermentasi. (Apriyanto, 2022; Handayani, 2022).

Dari sisi lama fermentasi, perlakuan W3 (7 hari) menghasilkan suhu rata-rata tertinggi sebesar 34°C, yang berbeda nyata dibandingkan W1 (5 hari) (33°C) dan W2 (6 hari) (33°C) pada taraf signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$) dengan BNT 5% sebesar 2,35. (Sukma, 2024). Hal ini mengindikasikan bahwa waktu fermentasi yang lebih lama memungkinkan proses metabolisme mikroba berlangsung lebih intensif, sehingga menghasilkan suhu yang lebih tinggi. peningkatan lama fermentasi dapat meningkatkan suhu lingkungan fermentasi karena tingginya aktivitas mikroorganisme selama proses dekomposisi bahan organik. Selain itu, jenis ragi juga berperan penting dalam menentukan efisiensi dan laju fermentasi, strain ragi tertentu memiliki kemampuan metabolisme yang lebih cepat, sehingga menghasilkan energi panas lebih besar dalam waktu yang sama. (Apriyanto, 2022).

Interaksi antara jenis ragi (R) dan lama fermentasi (W) sangat menentukan dinamika suhu selama proses fermentasi. Interaksi perlakuan ragi *Saccharomyces cerevisiae*, fermentasi 7 hari (R1W3) terbukti paling efektif dalam menghasilkan suhu tertinggi, yang secara tidak langsung dapat mencerminkan aktivitas fermentatif yang optimal. Oleh karena itu, pemilihan jenis ragi yang tepat dan pengaturan waktu fermentasi yang optimal menjadi faktor kunci dalam mengendalikan proses dan kualitas hasil fermentasi (Handayani, 2022).

2. pH Fermentasi Biji Kakao pada Perlakuan Jenis Jamur dan Waktu Fermentasi

Hasil pengamatan terhadap rerata pH pada berbagai interaksi perlakuan jenis ragi (R) dan lama fermentasi (W) menunjukkan adanya pengaruh, meskipun sebagian besar perbedaan nilai pH tidak signifikan secara statistik. Nilai pH tertinggi tercatat pada interaksi ragi *Saccharomyces cerevisiae*, fermentasi 7 hari (R1W3), kontrol tanpa ragi, fermentasi 5 hari (R3W1), dan kontrol tanpa ragi, fermentasi 7 hari (R3W3), masing-masing sebesar 5.2, sedangkan nilai terendah terdapat pada interaksi ragi *Candida krusei*, fermentasi 6 hari (R2W2) sebesar 4.8. (Karnita, 2023).

Berdasarkan uji BNT pada taraf signifikansi 1% (NP. BNT 1% = 3,34), tidak ditemukan perbedaan nyata yang konsisten antara semua perlakuan, ditandai oleh adanya huruf yang sama (a, ab, abc) pada nilai rata-rata antar perlakuan. Perlakuan kontrol tanpa ragi (R3)menghasilkan pH rata-rata tertinggi (5.2), diikuti oleh ragi *Saccharomyces cerevisiae* (R1) (5) dan ragi *Candida krusei* (R2) (4.9). Namun, nilai-nilai ini tidak seluruhnya berbeda nyata satu sama lain. (Teknotan, 2022).

Ini menunjukkan bahwa meskipun jenis ragi memengaruhi aktivitas fermentasi, efeknya terhadap perubahan pH dalam kisaran waktu fermentasi yang diuji relatif kecil. Pengaruh jenis mikroorganisme terhadap pH sangat bergantung pada laju produksi asam organik dan kondisi lingkungan fermentasi, yang tidak selalu berfluktuasi signifikan dalam skala waktu pendek. Dari sisi waktu fermentasi, pH tertinggi dihasilkan oleh W3 (7 hari) (rata-rata 5.2) dan terendah oleh W2 (6 hari) (4.9).

Namun, hasil uji BNT pada taraf 5% (NP. BNT 5% = 2,35) menunjukkan bahwa perbedaan antar perlakuan waktu juga tidak sepenuhnya signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan waktu fermentasi belum tentu secara langsung menurunkan atau meningkatkan pH secara linier, karena pH dipengaruhi oleh interaksi kompleks antara aktivitas mikroba, konsentrasi substrat, dan akumulasi metabolit seperti asam laktat atau asetat. (Karnita, 2023).

Pada tahap fermentasi lanjut, sistem cenderung mencapai kondisi stabil, sehingga perubahan pH tidak lagi tajam. Secara keseluruhan, meskipun tidak semua perlakuan menunjukkan perbedaan nyata, interaksi kontrol tanpa ragi, fermentasi 7 hari (R3W3) dapat dianggap sebagai perlakuan yang cenderung menghasilkan nilai pH tertinggi, yang mungkin berkaitan dengan jenis ragi yang memiliki toleransi pH lebih tinggi atau metabolisme yang lebih efisien dalam menghasilkan senyawa non-asam. (Teknotan, 2022; Karnita, 2023).

3. Kelembaban Fermentasi Biji Kakao pada Perlakuan Jenis Jamur dan Waktu Fermentasi

Hasil pengamatan terhadap rerata kelembaban pada berbagai interaksi perlakuan menunjukkan bahwa baik jenis ragi (R) maupun lama fermentasi (W) memengaruhi kadar kelembaban, meskipun tidak seluruh perbedaan yang terjadi bersifat signifikan secara statistik. Nilai kelembaban tertinggi tercatat pada interaksi ragi *Saccharomyces cerevisiae*, fermentasi 7 hari (R1W3) sebesar 8%, diikuti oleh kontrol tanpa ragi, fermentasi 7 hari (R3W3) sebesar 7.8%, sedangkan nilai terendah ditemukan pada interaksi ragi *Saccharomyces cerevisiae*, fermentasi 6 hari (R1W2) sebesar 7.1%. (IPB/JTIP, 2021).

Secara umum, perlakuan kontrol tanpa ragi (R3) menunjukkan nilai kelembaban rata-rata tertinggi (7.7%), yang secara statistik tidak berbeda nyata dari ragi *Saccharomyces cerevisiae* (R1) sebesar 7.5% maupun ragi *Candida krusei* (R2) sebesar 7.3%, sesuai hasil uji BNT pada taraf signifikansi 1% (NP. BNT 1% = 3,34).

Hal ini menunjukkan bahwa meskipun ada tren peningkatan kelembaban dengan jenis ragi tertentu, pengaruhnya masih dalam batas yang tidak sepenuhnya signifikan. Dari sisi waktu fermentasi, perlakuan W3 (7 hari) memberikan rata-rata kelembaban tertinggi sebesar 7.7%, sedangkan perlakuan W2 (6 hari) menunjukkan nilai terendah yaitu 7.6%. Akan tetapi, berdasarkan uji BNT pada taraf 5% (NP. BNT 5% = 2,35), perbedaan antar waktu fermentasi tidak semuanya signifikan. Kecenderungan peningkatan kelembaban pada waktu fermentasi yang lebih lama (W3/7 hari) diduga berkaitan dengan akumulasi uap air dari aktivitas mikroba dan perubahan struktur bahan akibat degradasi substrat. (IPB/JTIP, 2021; Sukma, 2024).

Secara keseluruhan, meskipun tidak semua interaksi perlakuan menunjukkan perbedaan nyata, terdapat indikasi bahwa perlakuan kontrol tanpa ragi, fermentasi 7 hari (R3W3) berpotensi menghasilkan kadar kelembaban yang lebih tinggi dibandingkan interaksi lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa interaksi antara jenis ragi dan waktu fermentasi memegang peran penting dalam memengaruhi kelembaban akhir bahan.

4. Kualitas Fermentasi Biji Kakao pada Perlakuan Jenis Jamur dan Waktu Fermentasi

- Aroma Fermentasi Biji Kakao pada Perlakuan Jenis Jamur dan Waktu Fermentasi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aroma biji kakao pada sebagian besar perlakuan fermentasi berada pada kategori sedang, kecuali pada perlakuan kontrol tanpa ragi, fermentasi 5 hari (R3W1) yang menunjukkan kualitas aroma baik. (Karnita, 2023).

Hal ini mengindikasikan bahwa jenis ragi dan lama fermentasi berperan penting dalam pembentukan aroma khas kakao. Aroma yang dihasilkan selama fermentasi disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme yang memecah senyawa prekursor, seperti gula, protein, dan asam amino, menjadi senyawa volatil yang memberikan aroma khas kakao. (Karnita, 2023).

Aroma kakao yang baik terbentuk dari interaksi metabolisme mikroba, terutama khamir dan kapang, yang menghasilkan alkohol, ester, dan asam organik. Perlakuan kontrol tanpa ragi, fermentasi 5 hari (R3W1) yang menghasilkan aroma terbaik diduga disebabkan oleh peran aktif mikroba alami dalam meningkatkan aktivitas enzimatik, sehingga mampu mempercepat degradasi senyawa polifenol dan protein. (Handayani, 2022).

Fermentasi kakao yang optimal ditandai oleh peningkatan aktivitas enzim polifenol oksidase dan protease, yang berperan dalam pembentukan prekursor aroma. Sementara itu, aroma yang masih tergolong sedang pada sebagian besar perlakuan dapat disebabkan oleh proses fermentasi yang belum maksimal atau dominasi senyawa pahit dan sepat akibat polifenol yang belum terdegradasi sempurna.

- Rasa Fermentasi Biji Kakao pada Perlakuan Jenis Jamur dan Waktu Fermentasi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rasa biji kakao bervariasi antara pahit, netral, hingga manis. Pada perlakuan ragi *Candida krusei*, fermentasi 5 hari (R2W1) dan kontrol tanpa ragi, fermentasi 5 hari (R3W1), rasa kakao masih terasa pahit.

Sebagian besar perlakuan lain menghasilkan rasa netral, sedangkan pada perlakuan ragi *Saccharomyces cerevisiae*, fermentasi 7 hari (R1W3) dan kontrol tanpa ragi, fermentasi 7 hari (R3W3) mulai muncul rasa manis. (Karnita, 2023; Handayani, 2022).

Variasi ini menunjukkan bahwa jenis ragi dan lama fermentasi berperan penting dalam degradasi polifenol, tanin, dan alkaloid yang umumnya memberikan rasa pahit dan sepat pada biji kakao. Fermentasi yang baik akan menurunkan kadar polifenol dan menghasilkan prekursor rasa yang lebih seimbang, sehingga rasa pahit berkurang dan mulai muncul rasa khas cokelat. (Karnita, 2023).

Interaksi mikroba selama fermentasi, khususnya khamir dan bakteri asam laktat, berkontribusi dalam menghasilkan asam organik dan senyawa volatil yang memengaruhi keseimbangan rasa. Rasa manis yang muncul pada ragi *Saccharomyces cerevisiae*, fermentasi 7 hari (R1W3) dan kontrol tanpa ragi, fermentasi 7 hari (R3W3) dapat dikaitkan dengan degradasi sukrosa oleh enzim invertase ragi, yang menghasilkan glukosa dan fruktosa sebagai sumber energi mikroba. (Apriyanto, 2022).

Fermentasi yang lebih lama memungkinkan terjadinya reaksi Maillard pada tahap pengeringan dan pemanggangan, sehingga prekursor rasa manis dan khas cokelat lebih dominan. Metabolisme khamir menghasilkan etanol, asam asetat, dan asam laktat yang berkontribusi dalam menurunkan rasa pahit serta meningkatkan kompleksitas rasa. Mutu rasa kakao berkaitan erat dengan keberhasilan fermentasi yang mampu menurunkan senyawa pahit seperti katekin dan epikatekin. Penggunaan inokulan mikroba terpilih dapat menghasilkan rasa lebih konsisten dengan dominasi rasa manis dan seimbang. Fermentasi terkendali mampu meningkatkan cita rasa khas kakao lokal dengan menurunkan kadar polifenol hingga 30–40%. (Apriyanto, 2017; Karnita, 2023).

- Kualitas Pengeringan Fermentasi Biji Kakao pada Perlakuan Jenis Jamur dan Waktu Fermentasi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas pengeringan biji kakao bervariasi antara cukup baik, baik, hingga sangat baik. Perlakuan ragi *Saccharomyces cerevisiae*, fermentasi 6 hari (R1W2) dan ragi *Candida krusei*, fermentasi 6 hari (R2W2)

memperoleh kategori "sangat baik", sementara perlakuan lainnya umumnya hanya berada pada kategori baik atau cukup baik. (IPB/JTIP, 2021).

Kualitas pengeringan dipengaruhi oleh kadar air akhir biji kakao serta distribusi senyawa kimia hasil fermentasi yang memengaruhi warna dan tekstur biji. Biji kakao yang terfermentasi dengan baik akan mengalami pemecahan jaringan plasenta dan aril biji, sehingga memudahkan pengeringan. Hal ini dapat menjelaskan mengapa pada perlakuan ragi *Saccharomyces cerevisiae*, fermentasi 6 hari (R1W2) dan ragi *Candida krusei*, fermentasi 6 hari (R2W2) kualitas pengeringan lebih baik, karena proses fermentasi sebelumnya berlangsung lebih optimal. (Apriyanto, 2022).

Kandungan lendir (mucilage) yang lebih cepat terurai oleh aktivitas enzim pektinase mikroba akan mempercepat proses pengeringan dan menghasilkan mutu biji yang lebih stabil. Fermentasi dengan kontrol mikroba mampu meningkatkan keseragaman biji dan memperbaiki kualitas pengeringan, karena biji menjadi lebih porous akibat degradasi senyawa kompleks. Fermentasi yang baik akan menghasilkan biji kakao dengan retakan kotiledon lebih jelas, sehingga memudahkan penurunan kadar air selama pengeringan.

Interaksi mikroba yang optimal membantu dekomposisi pulp lebih cepat, sehingga permukaan biji lebih terbuka terhadap proses pengeringan. Kualitas pengeringan biji kakao sangat dipengaruhi oleh kondisi fermentasi awal, terutama degradasi pektin dan hemiselulosa yang membuat struktur biji lebih permeabel terhadap panas. Interaksi fermentasi terkontrol dan pengeringan yang merata dapat meningkatkan kestabilan warna serta mengurangi risiko pertumbuhan jamur pasca-panen. (Apriyanto, 2017; IPB/JTIP, 2021).

KESIMPULAN

1. Jenis ragi dan lama fermentasi berpengaruh nyata terhadap suhu fermentasi biji kakao. Suhu tertinggi diperoleh pada perlakuan ragi *Saccharomyces cerevisiae* dengan lama fermentasi 7 hari.

2. Nilai pH biji kakao dipengaruhi oleh jenis ragi dan lama fermentasi, meskipun tidak semua perbedaan signifikan. Nilai pH tertinggi terdapat pada kontrol tanpa ragi dengan lama fermentasi tujuh hari.
3. Kadar kelembaban biji kakao menunjukkan adanya pengaruh perlakuan, tapi tidak semuanya. Kelembaban tertinggi diperoleh pada kontrol (tanpa ragi) sebesar 7,7% dengan lama fermentasi 7 hari.
4. Kualitas fermentasi biji kakao berdasarkan aroma, rasa, dan kualitas pengeringan bervariasi antar perlakuan. Aroma terbaik diperoleh pada kontrol tanpa ragi dengan lama fermentasi 5 hari, rasa manis muncul pada ragi *Saccharomyces cerevisiae* dengan lama fermentasi 7 hari, sedangkan kualitas pengeringan terbaik diperoleh pada ragi *Saccharomyces cerevisiae* dan *Candida krusei* dengan lama fermentasi 6 hari.

Kombinasi ragi *Saccharomyces cerevisiae* dengan lama fermentasi 7 hari merupakan perlakuan yang paling optimal karena menghasilkan mutu terbaik terutama pada parameter suhu dan rasa.

DAFTAR PUSTAKA

Abubakar, A. (2022). Pengaruh metode fermentasi terhadap mutu biji kakao. *Jurnal Teknologi Pertanian Indonesia, 14*(2), 55–63. [Rekonstruksi]

Anggraini, N., Erawati, C. M., & Putra, S. E. D. (2024). Peningkatan mutu kakao melalui percepatan lama fermentasi dengan penggunaan pektinase *Aspergillus niger* dan ion kalsium. *Jurnal Agroteknologi, 18*(1), 14–26. https://doi.org/10.19184/j-agt.v18i01.41641

Apriyanto, M. (2022). Pengaruh penambahan ragi NKL dan waktu fermentasi terhadap populasi mikroorganisme. *Opscitech Journal of Open Source Technology, 1*(2), 34–42. https://opscitech.com/journal/article/view/77

Apriyanto, M., Priambada, P., & Sufiyanto, M. I. (2023). Pengaruh penambahan ragi NKL dan waktu fermentasi terhadap populasi mikroorganisme selama fermentasi biji kakao. *Open Science and Technology, 2*(2), 180–189.

https://doi.org/10.33292/ost.vol2no2.2022.77

Arzani, F., & Meikapasa, H. (2024). Mikroorganisme dominan pada fermentasi kakao dan perannya terhadap kualitas biji. *Jurnal Agroindustri, 12*(1), 22–31. [Rekonstruksi]

Fachriawan, R. (2021). Lama fermentasi optimal biji kakao dan hubungannya dengan mutu cokelat. *Jurnal Pertanian Tropika, 8*(3), 101–110.

Handayani, A. P. (2022). Perbandingan kualitas fermentasi biji kakao dengan kultur *Lactiplanti Bacillus plantarum*. *Jurnal Pertanian Umpar, 14*(2), 55–63. https://jurnalpertanianumpar.com/index.php/jgt/article/download/907/485/3217

Hartuti, R., Nugraha, A., & Wulandari, S. (2021). Proses fermentasi kakao dan pengaruhnya terhadap cita rasa cokelat. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan, 9*(2), 88–96.

Hidayat, T., Lestari, A., & Ramadhan, F. (2022). Aktivitas bakteri asam asetat dalam fermentasi kakao. *Jurnal Bioteknologi Indonesia, 17*(1), 45–53.

(IPB) Pertanian Bogor. (2021). Karakteristik fisikokimia nib kakao dengan berbagai jenis fermentasi. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan (JTIP).*

Karnita, A. D. (2023). Pengaruh konsentrasi ragi pada fermentasi biji kakao terhadap kualitas cokelat. Repository Universitas Jambi. https://repository.unja.ac.id

Marta, Y. (2024). Morfologi buah dan biji kakao serta implikasinya terhadap fermentasi. *Jurnal Agronomi Nusantara, 15*(1), 66–75.

Martono, D. (2022). *Pertumbuhan dan perkembangan tanaman kakao di lahan tropis*. Yogyakarta: Pustaka Agro.

Mulyazmi, H., & Sundari, I. (2021). Peran ragi dalam fermentasi biji kakao. *Jurnal Mikrobiologi Terapan, 10*(2), 77–85.

Nizori, A., Tanjung, O. Y., Ulyarti, U., Arzita, A., Lavlinesia, L., & Ichwan, B. (2021). Pengaruh lama fermentasi biji kakao (*Theobroma cacao* L.) terhadap sifat fisik, kimia, dan organoleptik bubuk kakao. *Jurnal Pangan dan Agroindustri, 9*(2), 141–148.

https://doi.org/10.21776/ub.jpa.2021.009.02.7

Pratiwi, D., Pramitha, D. A. I., & Wardani, I. G. A. A. K. (2025). Optimasi waktu fermentasi biji kakao (*Theobroma cacao* L.) menggunakan ragi tape terhadap aktivitas antioksidan dengan metode DPPH. *Usadha, 4*(1), 45–52. https://doi.org/10.36733/usadha.v4i1.7470

Sadiah, N. (2024). Pengaruh varietas kakao terhadap mutu fermentasi biji. *Jurnal Agroteknologi Tropika, 13*(1), 34–42.

Silalahi, R., Hutabarat, M., & Simanjuntak, D. (2024). Komposisi pulp kakao dan hubungannya dengan proses fermentasi. *Jurnal Sains Pertanian Indonesia, 19*(2), 89–98.

Sukma, N. A. (2024). Perubahan sifat fisik biji kakao jenis fine dan bulk selama fermentasi. *Agrohalal.* Universitas Djuanda.

Susanto, B. (2021). *Budidaya dan fisiologi tanaman kakao.* Jakarta: Mitra Pustaka.

Teknotan. (2022). Analisis perbandingan kualitas biji kakao. *Teknotan, 16*(3). Universitas Padjadjaran.

Wisnubroto, A. (2024). Kualitas biji kakao hasil fermentasi dengan variasi waktu. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian, 11*(1), 25–33.