

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan penghasil kopi (*Coffea* sp) terbesar keempat di dunia setelah Brazil, Vietnam, dan Columbia, dengan total produksi 793.193 ton setiap tahun (Ditjen Perkebunan, 2022). Kopi menjadi salah satu komoditas perkebunan yang potensial di Indonesia. Sejak dahulu masyarakat Indonesia sudah tidak asing lagi dengan tanaman kopi. Kopi bisa mencakup semua kalangan mulai dari kalangan bawah hingga kalangan atas, dan yang paling populer adalah aneka minuman kopi dengan cita rasanya yang khas.

Tanaman kopi robusta (*Coffea robusta*) merupakan contoh salah satu komoditas perkebunan handal yang dijadikan sebagai penghasil devisa utama bagi Indonesia. Di Indonesia areal perkebunan kopi mencapai 1.233.698 ha dan 940.184 ha yang merupakan lahan perkebunan kopi robusta.

Pada tahun 2022 produksi kopi di Indonesia robusta mencapai sekitar 793.193 ton dari produksi kopi yang ada di dunia. Pada tahun 2014 diketahui bahwa pertumbuhan tanaman kopi robusta mengalami peningkatan produksi, terbukti pada tahun 2023 produksinya meningkat sebesar 9434.19 ton, meningkat 12.92% dari satu tahun sebelumnya (Ditjen Perkebunan, 2022).

Rendahnya mutu kopi ditingkat petani terutama disebabkan oleh adanya masalah pasca panen kopi yang ditemui di lapangan antara lain kadar air yang tinggi, hal ini nantinya akan memicu pertumbuhan jamur, sehingga pada tingkat lanjut akan berpengaruh terhadap cita rasa yang akhirnya dapat menurunkan harga jual. Untuk meningkatkan mutu kopi, maka salah satu proses yang perlu diperhatikan adalah pada proses pasca panen.

Aroma dan cita rasa yang khas dari kopi membuatnya menjadi salah satu jenis minuman yang banyak digemari disemua kalangan. Beragam cita rasa kopi terus diciptakan, untuk memenuhi selera penikmat kopi. Untuk meningkatkan mutu kopi

khususnya aroma dan citarasa, maka salah satu proses yang perlu diperhatikan adalah pada proses pasca panen. Salah satu teknologi pasca panen untuk memperbaiki cita rasa kopi adalah dengan fermentasi (Tawali dkk, 2018).

Proses fermentasi merupakan salah satu tahapan pada pengolahan biji kopi. Proses tersebut bertujuan untuk mendegradasi lapisan lendir (*mucilage*) yang menempel pada kulit kopi sehingga mudah dibersihkan saat dicuci (Barlaman, 2013). Oleh karena itu, proses fermentasi merupakan tahapan yang penting dalam pengolahan kopi secara basah, mengingat pengaruhnya yang positif bagi peningkatan citarasa (Correa, dkk., 2014).

Pengolahan biji kopi dengan metode fermentasi telah banyak dikembangkan oleh para peneliti dengan memanfaatkan bakteri probiotik. Penggunaan bakteri probiotik pada fermentasi biji kopi dapat dilakukan dengan menggunakan Bakteri Asam Laktat. Pereira, dkk. (2018) berdasarkan tes sensori yang dilakukan oleh *Association of America Cupping Protocol*, memperlihatkan bahwa kopi yang diperoleh dari proses fermentasi Bakteri Asam Laktat menghasilkan rasa kopi yang kompleks dibandingkan dengan kopi yang diperoleh dari proses konvensional. Rasa kompleks yang dimaksud merupakan gabungan dari rasa karamel, laktat, sitrat dan lain-lain yang dirasakan pada kopi hasil fermentasi Bakteri Asam Laktat. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui mutu dan rasa kopi dengan fermentasi menggunakan Bakteri Asam Laktat. Kadar kafein pada kopi robusta diketahui lebih tinggi dari jenis kopi lainnya yakni sebanyak 2.4%. Maka dari itu salah satu manfaat lain dari penelitian ini adalah untuk menurunkan kadar kafein pada kopi tersebut.

Beberapa penelitian tersebut membuktikan bahwa penggunaan bakteri asam laktat dalam fermentasi kopi dapat memberikan peningkatan dalam cita rasa kopi. Berdasarkan uraian diatas, maka dilakukan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh fermentasi bakteri asam laktat pada yoghurt terhadap citarasa kopi robusta.

1.2 Tujuan Penelitian

Mendapatkan pengaruh konsentrasi penggunaan yoghurt sebagai sumber bakteri asam laktat untuk fermentasi kopi bubuk robusta terhadap mutu dan citarasa.

1.3 Kerangka Pemikiran

Kopi merupakan salah satu komoditi hasil perkebunan yang memiliki peranan penting dalam kegiatan perekonomian di Indonesia. Kopi juga salah satu komoditas ekspor Indonesia yang cukup penting sebagai penghasil devisa negara. Namun produksi kopi ditingkat petani mempunyai mutu yang rendah yang disebabkan oleh adanya masalah pada proses pascapanen yang ditemui di lapangan antara lain mengandung kadar air yang tinggi. Hal ini akan memicu pertumbuhan jamur sehingga akan berpengaruh terhadap cita rasa kopi.

Aroma dan cita rasa yang khas dari kopi membuatnya menjadi salah satu jenis minuman yang banyak digemari di semua kalangan. Beragam cita rasa kopi terus diciptakan, untuk memenuhi selera penikmat kopi. Untuk meningkatkan mutu dan citarasa kopi, maka salah satu proses yang perlu diperhatikan adalah pada proses pasca panen. Salah satu teknologi pasca panen untuk memperbaiki cita rasa kopi adalah dengan fermentasi menggunakan bakteri asam laktat pada yoghurt.

Proses fermentasi merupakan salah satu tahapan pada pengolahan biji kopi. Proses tersebut bertujuan untuk mendegradasi lapisan lendir (*mucilage*) yang menempel pada kulit kopi, sehingga mudah dibersihkan saat dicuci.

Proses fermentasi juga terjadi peristiwa kimiawi yang sangat berguna dalam pembentukan senyawa prekursor citarasa, seperti asam organik, asam amino, dan gula reduksi. Oleh karena itu, proses fermentasi merupakan tahapan yang penting dalam pengolahan kopi secara basah, mengingat pengaruhnya yang positif bagi peningkatan citarasa. Menurut Tawali, dkk (2018), dalam penelitiannya melaporkan pengaruh lama fermentasi kopi robusta menggunakan bakteri asam laktat yoghurt dapat meningkatkan citarasa, aroma, dan warna pada biji kopi.

Selain itu fermentasi bakteri asam laktat pada yoghurt menghasilkan rasa kopi yang kompleks dibandingkan dengan kopi yang diperoleh dari proses konvensional. Rasa kompleks yang dimaksud merupakan gabungan dari rasa karamel, laktat, sitrat dan lain-lain yang dirasakan pada kopi hasil fermentasi bakteri asam laktat pada yoghurt.

Jika mutu biji kopi yang dihasilkan baik maka tentu akan mempengaruhi harga jual baik biji kopi kering maupun bubuk kopi akan meningkat sehingga dapat meningkatkan taraf hidup petani.

1.4 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah konsentrasi yoghurt sebagai sumber bakteri asam laktat untuk fermentasi berpengaruh terhadap mutu dan citarasa kopi bubuk robusta.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kopi Robusta

Tanaman kopi memiliki nama ilmiah *Coffea* sp, dan genus *Coffea* ini memiliki hampir 70 spesies, namun hanya dua spesies utama yang ditanam dalam skala luas di seluruh dunia, yaitu arabika (*Coffea arabica*) dan robusta (*Coffea canephora* var. *Robusta*), sementara spesies liberika (*Coffea liberica*), dan ekselsa (*Coffea excelsa*) juga ditanam dalam skala kecil. Kopi yang paling sering dikonsumsi adalah robusta dan arabika.

Kopi tergolong tanaman dikotil dengan dua keping biji. Kopi ada yang berbiji satu, yang merupakan kelainan atau anomali, tapi sangat terkenal dengan sebutan kopi lanang (*peaberry*) dan memiliki keunikan tersendiri. Struktur buah kopi dibagi dua bagian, yakni kulit (*pericarp*) dan biji (*seed*). Pericarp terdiri dari lapisan kulit buah (*exocarp*), daging buah, pulp, atau mucilage (*mesocarp*), dan kulit tanduk, perkamen (*endocarp*). Sedangkan biji terdiri dari kulit ari (*perisperm, spermoderm*), biji (*endosperm*), dan embryo (*cotyledon*). Yang dikonsumsi adalah bagian biji dan dikenal sebagai *coffee bean*.

Kopi robusta (*Coffea canefora*) adalah salah satu jenis kopi yang banyak dibudidayakan di Indonesia dan menjadi salah satu komoditas unggulan. Tanaman kopi Robusta pada beberapa penelitian menunjukkan cukup tahan terhadap serangan penyakit, serta mempunyai karakteristik rasa yang lebih pahit, sedikit asam dan mengandung kadar kafein lebih tinggi daripada kopi Arabika. Kopi Robusta dapat tumbuh menyesuaikan diri dengan lingkungannya. Ketinggian tempat yang optimal untuk perkebunan kopi Robusta sekitar 400 - 1.200 m dari permukaan laut dan dapat beradaptasi pada suhu 20 - 28°C. Kopi robusta memiliki rendemen yang lebih tinggi dibandingkan kopi arabika (Budi dkk., 2020).

Secara fisik, kopi robusta memiliki biji yang agak bulat, lengkungan biji lebih tebal dibandingkan kopi Arabika, garis tengah dari atas ke bawah hampir rata, untuk biji yang sudah diolah tidak terdapat kulit ari di lekukan atau bagian parit. Kopi robusta memiliki *body* yang lebih tinggi meskipun aroma dan perisanya lebih rendah dibandingkan kopi arabika.

Klasifikasi kopi robusta (*C. robusta* Lindl.Ex De Will) menurut Rahardjo (2012) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Sub Kingdom : Tracheobionta Super
Divisi : Spermatophyta
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida
Sub Kelas : Asteridae
Ordo : Rubiales
Famili : Rubiaceae
Genus : Coffea
Spesies : *Coffea robusta*



Gambar 1. Kopi robusta

2.2 Bakteri Asam Laktat Pada Yoghurt

Yoghurt merupakan produk yang diperoleh dari fermentasi susu dan atau susu rekonstitusi dengan menggunakan bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* dan atau bakteri asam laktat lain yang sesuai, dengan atau tanpa penambahan bahan pangan lain dan bahan tambahan pangan yang diizinkan. Hasil fermentasi oleh bakteri asam laktat tersebut menjadikan cita rasa susu menjadi asam (Harjiyanti dkk., 2013).

Bakteri merupakan mikroorganisme yang tersebar luas di alam baik di udara, air, dan di dalam tanah. Bakteri asam laktat dapat berfungsi sebagai bakteriosin yang sangat bermanfaat bagi kesehatan. Bakteriosin adalah komponen ekstraseluler berupa peptide atau senyawa yang berupa protein antimikroba yang memperlihatkan suatu respon berlawanan terhadap bakteri tertentu. Bakteri asam laktat juga disebut probiotik. Probiotik yaitu mikroorganisme hidup yang memberi manfaat kesehatan terhadap inangnya apabila dikonsumsi dalam jumlah yang cukup. Prinsip kerja probiotik yaitu dengan memanfaatkan kemampuan organisme tersebut dalam menguraikan rantai panjang karbohidrat, protein, dan lemak. Bakteri asam laktat sebagai sumber probiotik mengandung asam amino pendek yang mampu menurunkan tekanan darah, meningkatkan kekebalan tubuh, dan menghambat kerja enzim pembentuk kolesterol sehingga menurunkan kolesterol tubuh. (Okfriyanti, dkk., 2018).

Bakteri asam laktat adalah kelompok bakteri gram positif, tidak berspora, berbentuk bulat atau batang, memproduksi asam laktat yaitu *Lactobacillus* sebagai produk akhir selama fermentasi karbohidrat, katalase negatif, *mikroaerotoleran* dan *asidotoleran*. Proses fermentasi melalui bakteri *Lactobacillus bulgaricus*, kafein pada kopi nantinya akan terurai menjadi ester berupa asam klorogenat sehingga jumlah kafein akan semakin berkurang atau disebut juga dengan dekafeinase (Tawali dkk., 2018).

Bakteri asam laktat adalah kelompok bakteri yang menghasilkan asam laktat sebagai produk utama dari fermentasi karbohidrat atau gula. Nama bakteri asam laktat selalu diasosikan dengan bakteri yang mengasamkan susu, walaupun pada saat ini diketahui peranan bakteri asam laktat tidak hanya terbatas pada pengasaman susu, namun berperan juga pada proses fermentasi pangan lainnya seperti fermentasi sawi asin, kecap, tauco, keju dan ikan. Kelompok bakteri asam laktat dikenal sebagai bakteri yang tahan asam. Sifat lain yang dimiliki oleh bakteri asam laktat adalah aerotoleran, di mana bakteri ini dapat mentoleransi keberadaan oksigen dalam lingkungannya, namun dia tidak membutuhkan oksigen untuk hidupnya. Untuk mendukung pertumbuhan bakteri asam laktat, perlu keberadaan nutrisi yang lengkap.

Kelompok bakteri asam laktat apabila diwarnai dengan pewarna khusus yang disebut dengan pewarnaan Gram, dan dilihat di bawah mikroskop, akan berwarna ungu yang menunjukkan bakteri ini termasuk ke dalam kelompok Gram positif. Sel bakteri asam laktat berbentuk batang atau bulat yang berada dalam bentuk berpasangan, membentuk rantai atau tetrad. Bakteri asam laktat dikenal tidak membentuk spora, sehingga dengan pasteurisasi sebagian besar kelompok bakteri ini akan mati.

Menurut Nuraida, (2012) produk yang dihasilkan dari fermentasi gula, bakteri asam laktat dikelompokkan menjadi bakteri asam laktat *homofermentatif* dan *heterofermentatif*, Bakteri asam laktat *homofermentatif* memfermentasi sekitar 85% gula menjadi asam laktat. Sedangkan bakteri asam laktat *heterofermentatif* juga menghasilkan asam asetat, etanol dan CO₂, selain asam laktat. Kultur murni bakteri asam laktat pertama kali diisolasi dari susu asam. Bakteri asam laktat yang pertama diisolasi dinamai *Bacterium lactis*, yang saat ini dikenal sebagai *Lactococcus lactis*. Secara tradisional dikenal terdapat empat genera bakteri asam laktat, yaitu *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus* dan *Streptococcus*. Klasifikasi bakteri asam ke dalam genera yang berbeda-beda terutama berdasarkan pada morfologi dan sifat fisiologinya. Namun demikian, pada sistem klasifikasi yang baru, penanda kemitoksonomi misalnya komposisi asam lemak dan komposisi kimia dinding sel serta sekuensi r-RNANYa digunakan sebagai dasar untuk pengelompokan, sehingga

saat genera bakteri asam laktat terdiri dari lebih banyak genera, yaitu *Aerococcus*, *Alloiococcus*, *Carnobacterium*, *Dolosigranulum*, *Enterococcus*, *Globicatella*, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Lactosphaera*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Pediococcus*, *Streptococcus*, *Tetragenococcus*, *Vagococcus* dan *Weisella*. Perubahan klasifikasi bakteri asam laktat ini telah mengubah nama beberapa spesies bakteri asam laktat. Misalnya bakteri asam laktat yang digunakan untuk membuat yoghurt dulu dikenal dengan nama *Streptococcus thermophilus* dan *Lactobacillus bulgaricus*, saat ini namanya menjadi *Streptococcus salivarius subsp. thermophilus* dan *Lactobacillus delbrueckii subsp bulgaricus*.

Genus *Bifidobacterium* sering dikelompokkan sebagai bakteri asam laktat karena sifatnya yang dapat menghasilkan asam laktat, walaupun kelompok bakteri ini tidak memiliki kesamaan filogenetik dan memiliki cara yang unik dalam memfermentasi glukosa. Tidak seperti bakteri asam laktat lainnya yang dapat mentoleransi oksigen, genus *Bifidobacterium*, termasuk ke dalam kelompok bakteri anaerob. Oleh karena itu, kelompok bakteri dari genus *Bifidobacterium* harus ditumbuhkan dan dipelihara pada lingkungan tanpa oksigen. *Bifidobacterium* pertama kali diisolasi dari feses bayi. Pertama kali bakteri ini dinamai *Bacillus bifidus communis* dan terus berganti nama sampai akhirnya menjadi *Bifidobacterium bifidum*. Saat ini dikenal sekitar 11 spesies *Bifidobacterium*, namun yang paling menarik perhatian kalangan industri saat ini adalah *Bifidobacterium adolescentis*, *B. bifidum*, *B. breve*, *B. infantis* dan *B. longum*. Secara umum, sel *Bifidobacterium* berbentuk batang, namun bakteri ini dapat berubah bentuknya menjadi bentuk V, Y atau X, tergantung dari komposisi medium tempat dia tumbuh (Nuraida, 2012)

Di industri pangan, bakteri asam laktat digunakan dalam fermentasi susu menjadi yoghurt dan keju. Tidak seperti fermentasi tradisional, pembuatan yoghurt, keju dan daging umumnya menggunakan kultur murni yang secara sengaja ditambahkan ke dalam makanan tersebut. Untuk fermentasi produk ini, bahan baku harus mengalami pemanasan awal misalnya dengan pasteurisasi untuk menghilangkan bakteri patogen yang mungkin ada. Peranan bakteri asam laktat pada pembuatan

yoghurt dan produk sejenisnya, adalah dalam memproduksi asam dan senyawa-senyawa flavor seperti *asetaldehida*. Pada pembuatan keju, bakteri asam laktat berperan untuk menghasilkan asam dan flavor, membantu pembentukan curd dan menghasilkan enzim lipolitik dan proteolitik yang penting dalam pematangan keju. Bakteri asam laktat yang digunakan untuk fermentasi keju adalah dari genus *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc* dan *Streptococcus*. Pada fermentasi sosis dilakukan secara terkontrol dengan penambahan starter, bakteri asam laktat yang digunakan adalah *Pediococcus acidilactici*, *P. pentosaceus* dan *Lactobacillus plantarum*.

Dalam medium yang sesuai atau dalam produk fermentasi, bakteri asam laktat akan terus- menerus tumbuh dan menghasilkan asam. Walaupun bakteri asam laktat tahan asam, namun pada kondisi keasaman tertentu, bakteri asam laktat akan mati. Pada produk fermentasi, biasanya setelah bakteri asam laktat mati, khamir akan tumbuh dan menyebabkan produk menjadi bergas atau gembung. Metode yang paling mudah untuk mengawetkan bakteri asam laktat dalam produk fermentasi adalah penyimpanan dingin. Namun demikian, pendinginan tidak akan mengawetkan produk selamanya karena bakteri asam laktat masih dapat tumbuh pada suhu dingin walaupun pertumbuhannya lambat.

Menurut Nuraida, (2012) hal yang perlu diperhatikan dalam pengembangan produk probiotik dimana bakteri asam laktat dijaga tetap hidup, adalah sel perlu perlindungan selama formulasi, penyimpanan, dan selama transit pada lambung.

Bifidobacterium perlu perlindungan dari oksigen selama formulasi dan penyimpanan. Saat ini telah mulai dikembangkan teknik enkapsulasi untuk melindungi bakteri asam laktat probiotik, dengan menggunakan karagenan, alginat, pati termodifikasi modifikasi dan lain-lain.

Pengeringan bakteri asam laktat merupakan metode yang paling banyak digunakan, baik untuk tujuan komersial maupun untuk tujuan penelitian. Pengering beku dan pengering semprot dengan suhu outlet rendah (50°C) telah banyak digunakan, namun hasil terbaik masih diperoleh dengan pengering beku. Untuk

pengeringan beku, ke dalam kultur bakteri asam laktat harus ditambahkan senyawa kriogenik untuk melindungi bakteri asam laktat selama pembekuan. Senyawa kriogenik yang dapat digunakan diantaranya adalah susu skim, laktosa, gula alkohol dan beberapa asam amino. Sedangkan untuk pengering semprot biasanya ditambahkan bahan pengisi seperti dextran, pati dan gum arab. Pembekuan juga merupakan alternatif pengawetan bakteri asam laktat, namun seperti halnya pengering semprot, untuk mencegah banyaknya bakteri asam laktat yang mati selama pembekuan, ke dalam pangan yang mengandung bakteri asam laktat harus ditambahkan senyawa kriogenik.

Bakteri asam laktat secara alami dapat ditemukan pada susu, tanaman, dan saluran pencernaan hewan dan manusia. Untuk mengisolasi bakteri asam laktat dari alam, dapat digunakan medium umum untuk bakteri asam laktat yaitu agar MRS (*Man Rogosa and Sharpe*) yang tersedia secara komersial. Untuk dapat memperoleh bakteri asam laktat yang bersifat anaerob maka inkubasi harus dilakukan pada kondisi anaerob dengan menggunakan inkubator anaerob. Apabila menginginkan hanya kelompok bakteri tertentu yang terisolasi, maka harus digunakan medium selektif. Misalnya untuk mengisolasi Bifidobacterium, biasanya ke dalam medium ditambahkan senyawa tertentu yang biasanya berupa senyawa antibiotik. Perbanyakan bakteri asam laktat dapat dilakukan pada medium umum untuk bakteri asam laktat dan diinkubasikan pada suhu yang sesuai dengan suhu optimum pertumbuhannya (Nuraida, 2012).

Pengembangan produk fermentasi yoghurt berbasis kopi belum banyak dilakukan, padahal dengan karakteristik yang terdapat pada bahan diharapkan dapat menghasilkan produk fermentasi yang memiliki nilai fungsional tinggi. Menurut Badan Standarisasi Nasional dalam SNI 01-2981 tahun 2009, yoghurt adalah produk yang diperoleh dari fermentasi susu dan atau susu rekonstitusi dengan menggunakan bakteri *Lactobacillus bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus acidophilus* dan atau bakteri asam laktat lain yang sesuai, dengan atau tanpa penambahan bahan pangan lain dan bahan tambahan pangan yang diizinkan.

Yoghurt memiliki karakteristik aroma, rasa, tekstur dan cita rasa yang khas. Efek fungsional yang ditimbulkan yoghurt komersial diakibatkan dari pembentukan komponen fungsional oleh kultur bakteri golongan bakteri asam laktat selama proses fermentasi.

2.3 Fermentasi

Fermentasi merupakan suatu proses perubahan kimia pada suatu substrat organik melalui aktivitas enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme. Mikroba yang umumnya terlibat dalam fermentasi pangan adalah bakteri, khamir dan kapang. Prinsip dasar fermentasi adalah mengaktifkan aktivitas mikroba tertentu agar dapat merubah sifat bahan sehingga dihasilkan produk fermentasi yang bermanfaat. Beberapa faktor yang mempengaruhi fermentasi antara lain mikroorganisme, substrat (medium), pH (keasaman), suhu, oksigen, dan aktivitas air. Menurut Buckle selain zat gizi, suhu, air, pH dan oksigen, fermentasi juga dipengaruhi oleh waktu. Waktu fermentasi merupakan variabel yang berkaitan dengan fase pertumbuhan mikroba selama proses fermentasi berlangsung sehingga akan berpengaruh terhadap hasil fermentasi (Kusuma dkk., 2020).

Fermentasi adalah salah proses terpenting pada pengolahan biji kopi karena sangat menentukan kualitas akhir biji kopi terutama cita rasanya. Tujuan utama fermentasi adalah menghilangkan lapisan lendir (*mucilage*) .

Fermentasi merupakan salah satu langkah untuk menghasilkan kopi rendah kafein dan cita rasa yang tinggi. Para peneliti telah menggunakan berbagai mikroba untuk fermentasi kopi dengan strain yang berbeda seperti, *Rhizopus*, *Phanerochaete*, dan *Aspergillus* sp, dapat menurunkan kafein sampai 92% dan 65%. Fermentasi juga dapat meningkatkan senyawa penting dalam pembentukan citarasa pada kopi (Tika dkk., 2017).

Proses fermentasi yang dilakukan secara alami pada biji kopi, selama kurang lebih 1,5 - 4,5 hari tergantung pada iklim dan daerahnya. Perubahan penting dan nyata yang terjadi selama proses fermentasi biji kopi yaitu: terjadinya degradasi komponen-

komponen yang ada pada lapisan lendir yang menghalangi permukaan biji yang disebut *mucilage*. *Mucilage* merupakan bagian lapisan berlendir yang menyelimuti biji kopi dengan komponennya yaitu protopektin.. Proses fermentasi yang terlalu lama akan menghasilkan kopi beras yang bau apek disebabkan terjadinya pemecahan komponen lembaga biji kopi.

Teknologi fermentasi dapat dikombinasikan dengan penambahan mikroorganisme atau enzim serta tanpa mikroorganisme. Proses fermentasi dapat memacu terjadinya proses kimiawi yang sangat berguna dalam pembentukan precursor cita rasa biji kopi yaitu asam organik, asam amino, dan gula reduksi. Proses fermentasi biji kopi merupakan proses penguraian senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana oleh bakteri asam laktat di alat pencernaan luwak (de Carvalho Neto dkk., 2018).

Proses fermentasi biji kopi melibatkan gula, protein, asam amino dan senyawa fenolik sebagai prekursor aroma (Lee dkk. 2017). Rasa dan aroma adalah faktor penentu kualitas maupun tingkat penerimaan konsumen untuk produk kopi (Giacalone dkk. 2019).

2.4 Pengolahan Buah Kopi Robusta Secara Basah

2.4.1 Sortasi buah

Sortasi dilakukan untuk memisahkan biji kopi berdasarkan ukuran, cacat biji dan benda asing. Sortasi ukuran dapat dilakukan dengan ayakan mekanis maupun dengan manual.

2.4.2 Fermentasi

Fermentasi umumnya dilakukan untuk penanganan kopi robusta, yang bertujuan untuk menguraikan lapisan lendir di permukaan kulit tanduk biji kopi. Selain itu, fermentasi mengurangi rasa pahit dan mendorong terbentuknya kesan “*mild*” pada citarasa seduhan kopi robusta. Sedangkan pada kopi robusta fermentasi dilakukan hanya untuk menguraikan lapisan lendir yang ada di permukaan kulit tanduk.

Proses fermentasi dapat dilakukan secara basah dengan merendam biji kopi dalam bak air, atau fermentasi secara kering dengan menyimpan biji kopi basah di bak atau karung goni. Bisa juga kotak kayu atau wadah plastik yang bersih dengan lubang di bagian bawah dan ditutup dengan karung goni. Lama fermentasi selama 24 jam. Agar proses fermentasi berlangsung merata, pembalikan dilakukan minimal satu kali dalam sehari.

2.4.3 Pencucian (*washing*)

Pencucian bertujuan untuk menghilangkan sisa lendir hasil fermentasi yang menempel di permukaan kulit tanduk. Untuk kapasitas kecil, pencucian dikerjakan secara manual di dalam bak atau ember, sedangkan kapasitas besar perlu dibantu mesin pencuci biji kopi.

2.4.4 Pengeringan (*drying*)

Pengeringan bertujuan mengurangi kandungan air biji kopi dari sekitar 60% menjadi maksimum 12.5% agar biji kopi relatif aman dikemas dalam karung dan disimpan dalam gudang pada kondisi lingkungan tropis. Cara pengeringan dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu:

a. Penjemuran

Penjemuran merupakan cara yang paling mudah dan murah untuk pengeringan biji kopi. Penjemuran dapat dilakukan di atas para-para atau lantai jemur. Lantai jemur dibuat miring lebih kurang 5 - 7°C dengan sudut pertemuan di bagian tengah lantai. Pembalikan dilakukan setiap jam pada waktu kopi masih basah. Pada dataran tinggi, penjemuran selama 2 - 3 hari kada biji baru mencapai 25 - 27% untuk itu dianjurkan agar dilakukan pengeringan lanjutan secara mekanis untuk mencapai kadar air 12.5%.

b. Pengeringan mekanis

Pengeringan mekanis dapat dilakukan jika cuaca tidak memungkinkan untuk melakukan penjemuran. Pengeringan dengan cara ini sebaiknya dilakukan secara berkelompok karena membutuhkan peralatan dan investasi cukup besar dan operator.

Dengan mengoperasikan pengering mekanis secara terus menerus siang dan malam pada suhu 45 - 50°C, dibutuhkan waktu 48 jam untuk mencapai kadar air 12.5%. Penggunaan suhu tinggi di atas 60°C untuk pengeringan kopi robusta harus dihindari karena dapat merusak citarasa. Sedangkan untuk kopi robusta, biasanya diawali dengan suhu tinggi yaitu, 90 - 100°C dengan waktu 20 - 24 jam untuk mencapai kadar air maksimum 12.5%.

c. Pengeringan kombinasi

Proses pengeringan kombinasi untuk biji kopi robusta dan robusta dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama adalah penjemuran untuk menurunkan air biji kopi 25-27% dilanjutkan dengan tahap kedua, menggunakan mesin pengering untuk mencapai kadar air 12.5%. Diperlukan waktu pengeringan dengan mesin pengering selama 8 - 10 jam pada suhu 45 - 50 °C.

2.4.5 Pengupasan Kulit Kopi

Pengupasan dimaksudkan untuk memisahkan biji kopi dari kulit tanduk, dan menghasilkan biji kopi beras dengan menggunakan alat tradisional berupa lumpang. Biji kopi yang sudah dikeringkan segera dilakukan proses pengupasan kulit kopi.

2.4.6 Penyangraian

Penyangraian merupakan operasi kesatuan sangat penting untuk mengembangkan sifat organoleptik spesifik (aroma, rasa dan warna) yang mendasari kualitas kopi. Namun demikian, proses ini sangat kompleks, karena jumlah panas yang dipindahkan ke biji sangat penting (Purnamayanti ddk, 2017).

Proses penyangraian kopi beras adalah proses pembentukan rasa, warna dan aroma pada seduhan kopi melalui proses pirolisis dari karbohidrat pada biji kopi (hemiselulosa, selulosa, lignin) yang akan terdekomposisi pada suhu sekitar 200 - 260 °C menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana. Penyangraian biji kopi merupakan proses yang dilakukan setelah proses pengolahan biji dan penyimpanan. Proses sangrai bertujuan untuk menentukan rasa dari kopi agar nantinya mengeluarkan karakter

terbaik dari kopi serta terasa nikmat sesuai dengan yang diinginkan. Penyangraian biji kopi dapat dilakukan secara tradisional maupun dengan menggunakan mesin sangrai kopi. Proses sangrai biji kopi dilakukan di ruangan yang berbeda dengan sortasi dan proses lainnya. Suhu dan kelembaban ruangan sangrai adalah 25 °C dengan kelembaban 75%.

Menurut *National Coffee Association* (1911) pada proses *roasting* terdapat beberapa tingkat kematangan, diantaranya: a) Tingkat *Medium*, pada tingkat ini kandungan gula alami sudah mulai sedikit berkaramel, dan keasaman juga mulai menurun. Kualitas kopi (*Specialty coffee*) sangat ideal untuk *diroasting* pada level ini, karena tahap ini lebih seimbang dan menonjolkan sisi rasa, aroma, dan *acidity* setiap biji kopi; b) Tingkat *Medium-Dark*, pada tingkat ini lebih kaya rasa, warnanya lebih gelap dan lapisan minyak mulai sedikit muncul dipermukaan. Rasa dan aroma menjadi lebih teridentifikasi, rasa kopi juga terkadang menjadi terasa lebih *spicy*.

Waktu penyangraian selama 10 menit. Penyangraian diakhiri saat aroma dan citarasa kopi yang diinginkan telah tercapai yang diindikasikan dari perubahan warna biji yang semula berwarna kehijauan menjadi coklat tua, coklat-kehitaman dan hitam (Lestari, 2016). Penyangraian kopi dengan berbagai variasi suhu akan menyebabkan terjadinya perubahan sifat fisik pada biji kopi tersebut, yaitu penurunan kadar air yang lebih cepat, peningkatan kerapuhan dan mempercepat perubahan warna kegelapan (Maulana, 2016).

2.4.7 Penggilingan Kopi Bubuk

Setelah proses sangrai (*Roasting*), biji kopi kemudian didinginkan. Setelah dingin biji kopi dapat digiling menggunakan mesin penggiling. Tujuan penggilingan adalah untuk mengecilkan ukuran biji kopi pengecilan ukuran dilakukan untuk memudahkan dalam mengkonsumsi kopi. Secara umum semakin kecil ukurannya maka rasa dan aromanya semakin baik. Hal ini dikarenakan sebagian besar bahan yang terdapat di dalam bahan kopi dapat larut dalam air ketika diseduh (Lestari, 2016).

2.5 Standar Mutu Kopi Robusta

Standar mutu diperlukan sebagai tolak ukur dalam pengawasan mutu. Standar mutu juga merupakan perangkat pemasaran dalam menghadapi klaim dari konsumen serta memberikan umpan balik ke bagian pabrik dan bagian kebun. Standar Nasional Indonesia (SNI) yang telah dikeluarkan oleh Badan Standarisasi Nasional adalah SNI No 01-2907-2008, SNI 3542 : 2004, SNI 2907-1999.

Tabel 1. Syarat mutu umum kopi robusta (SNI 01-2907-2008)

No	Jenis uji	Satuan	Persyaratan
1	Kadar air	%	Maks 12,5
2	Kadar kotoran berupa ranting, batu, tanah, dan benda-benda asing lainnya	%	Maks 0,5
3	Serangga hidup	-	Tidak ada
4	Biji berbau busuk dan berbau Kapang	-	Tidak ada

Tabel 2. Syarat mutu kopi bubuk (SNI 01-3542-2004)

Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan	
		I	II
Keadaan			
Bau	-	Normal	Normal
Rasa	-	Normal	Normal
Warna	-	Normal	Normal
Air	% b/b	Maks 7	Maks 7
Abu	% b/b	Maks 5	Maks 5
Kealkian abu	$\frac{mlxN NaOH}{100 g}$	57 – 64	Min 35
Sari Kopi	% b/b	20 – 36	Maks 60
Kafein (anhidrat)	% b/b	0,9 – 2	0,45 – 2
Bahan lain	-	Tidak boleh ada	Boleh ada
Cemaran logam			
Timbal (Pb)	mg/kg	Maks 2,0	Maks 2,0
Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks 30,0	Maks 30,0

Tabel 3. Syarat mutu kopi sangrai, kopi bubuk, dan kopi dekafein (sangrai dan bubuk) (SNI 01-3542-2004)

Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan		
		Kopi sangrai	Kopi bubuk	Kopi dekafein (sangrai dan bubuk)
Keadaan				
Warna	-	Normal		
Bau	-	Normal		
Rasa	-	Normal		
Benda asing	-	Tidak boleh ada		
Air	Fraksi massa %	Maks 5		
Abu	Fraksi massa %	Maks 6		
Alkalinitas abu larut air	$\frac{ml \times N HCl}{100 g}$	30,0 – 50,0		
Padatan terlarut dalam air (sari kopi)	Fraksi massa %	25,0 – 35,0		
Kafein	Fraksi massa %	0,9 – 2,5		Maks 0,1
Cemaran logam berat				
Timbal (Pb)	mg/kg	Maks 2,0		
Merkuri (Hg)	mg/kg	Maks 0,03		
Kadmium (Cd)	mg/kg	Maks 0,20		
Timah (Sn)	mg/kg	Maks 40 atau 250		
Arsen (As)	mg/kg	Maks 1,0		
Cemaran kimia (okratoksin A)	pg/kg	Maks 5		

Tabel 4. Syarat mutu khusus kopi robusta dengan cara basah (SNI 01-2907-2008)

Ukuran	Jenis uji	Satuan	Persyaratan
Besar	Tidak lolos ayakan berdiameter 7,5 mm (Sieve No.19)	% Fraksi massa	Maks lolos 5
Sedang	Lolos ayakan diameter 7,5 mm, tidak lolos ayakan berdiameter 6,5 (Sieve No.16)	% Fraksi massa	Maks lolos 5
Kecil	Lolos ayakan diameter 6,5 mm, tidak lolos ayakan berdiameter 5,5 mm (Sieve No.16)	% Fraksi massa	Maks lolos 5

Tabel 5. Syarat Penggolongan Mutu Kopi (SNI 2907-1999)

Mutu	Syarat mutu
Mutu 1	Jumlah nilai cacat maksimum 11
Mutu 2	Jumlah nilai cacat 12 sampai dengan 25
Mutu 3	Jumlah nilai cacat 26 sampai dengan 44
Mutu 4-a	Jumlah nilai cacat 45 samapi dengan 60
Mutu 4-b	Jumlah nilai cacat 61 sampai dengan 80
Mutu 5	Jumlah nilai cacat 81 sampai dengan 150
Mutu 6	Jumlah nilai cacat 151 sampai dengan 225

2.6 Roadmap Penelitian Sejenis

Roadmap dibawah ini merupakan roadmap penelitian sejenis mengenai fermentasi menggunakan bakteri asam laktat. Roadmap merupakan acuan penelitian yang dapat dilihat di Tabel 6.

Tabel 6. Penelitian sejenis

Tahun	Perlakuan	Hasil	Sumber
2022	Konsentrasi 300 ml Yakult Lama Fermentasi 12, 24, 36, 48 dan 60 jam Suhu fermentasi 20-30 °C.	Kadar air Terendah 12 jam 0,5 % Kadar sari terendah 60 jam 19,00 % Kadar kafein terendah 60 jam 0,76 % Kadar abu terendah 60 jam 2,095 %	Izzati, H., Jalauddin, J., Kurniawan, E., Sulhatun.
2022	Konsentrasi bal 30 % , 35 %, 40 %, 45 % Lama Fermentasi 12, 18, 24, dan 30 jam.	Kadar kafein konsentrasi 45% = 1,354% Kadar air konsentrasi 45% = 2,805% Ph konsentrasi 45% = 4,301%	Khairani
2020	Konesntrasi bal 500 ml Lama Fermentasi 0, 8, 16, dan 24 jam.	Kadar kafein 0 jam 1,11% 8 jam 0,35% 16 jam 0,34% 24 jam 0,28%	Adrianto, R., Wiraputra, D., Agrippina, F.D., Zulaika, A.
2018	Konsentrasi bal 450 ml Lama Fermentasi 12 jam, 24 jam, 36 jam, dan 48 jam.	Kadar kafein terendah 48 jam 1,09% Kadar air terendah tanpa fermentasi 1,21% Kadar pH terendah 48 jam 4,73% Kadar abu terendah 48 jam 3,16%	Tawali, A.B., Abdullah, N., Wiranata, B.S.