

4. PEMBAHASAN

4.1. Analisa Tepung Jali

4.1.1. Analisa pH dan Derajat Brix

Dalam penelitian ini, biji jali difermentasi terlebih dahulu sebelum dijadikan tepung. Fermentasi dilakukan dengan merendam biji jali di dalam larutan ragi tape 1% selama 48 jam. Pada jam ke 0 dan jam ke 48 dilakukan pengujian pH dan derajat brix untuk mengetahui apakah fermentasi yang dilakukan berhasil atau tidak. Dapat dilihat pada hasil pengamatan Tabel 6, bahwa nilai pH akan menurun seiring dengan lamanya fermentasi. Penurunan pH ini akan menghasilkan etanol, CO₂ dan asam organik lainnya. Berdasarkan penelitian Dewana (2019) kadar pH yang dihasilkan selama fermentasi 48 jam yaitu 3,11 sedangkan pada penelitian ini dihasilkan pH yang lebih asam atau rendah yaitu 3,01. Terjadinya penurunan pH disebabkan oleh aktivitas dari sel khamir yang tinggi dan menghasilkan etanol (metabolit primer) kemudian menghasilkan asam-asam sehingga dapat menurunkan pH contohnya asam malat, asam sitrat, asam tartarat, asam laktat, asam asetat dan asam butiran sebagai hasil sampingannya (Sugiarto dalam Oktaviana dkk, 2015). Selain itu, selama fermentasi berlangsung terjadi pemecahan pati oleh aktivitas mikroorganisme menjadi gula sederhana kemudian oleh mikroorganisme, gula sederhana tersebut dijadikan substrat untuk menghasilkan asam-asam organik (Utami, 2017).

Pada hasil pengamatan Tabel 6 juga diketahui bahwa terjadi peningkatan derajat brix selama fermentasi. Derajat brix yang mengalami kenaikan menurut Kuspratomo dalam Destriyani dkk (2014) adalah adanya penguapan, sehingga semakin tinggi jumlah air yang menguap maka jumlah padatan yang terlarut akan semakin tinggi. Total padatan terlarut atau derajat brix bertujuan untuk menunjukkan jumlah kandungan gula yang terkandung dalam suatu bahan pangan (Bayu dkk, 2017). Seharusnya gula akan menurun selama fermentasi yang disebabkan perubahan gula dalam bahan pangan yang difermentasi menjadi alkohol. Namun pada hasil pengamatan tidak sesuai dengan teori tersebut, karena saat fermentasi berlangsung banyak zat terlarut lainnya yang terhitung dan tidak murni hanya gula sederhana saja yang terhitung sehingga menyebabkan nilai derajat brix meningkat. Peningkatan nilai derajat brix atau total padatan terlarut dikarenakan selama

proses fermentasi, mikroorganisme tersebut menghasilkan sisa gula, asam-asam organik, vitamin, dan pigmen. Lamanya fermentasi menyebabkan semakin tingginya zat padatan terlarut (Sintasari dkk, 2014).

4.1.2. Analisa Kadar Pati, Kadar Amilosa dan Kadar Amilopektin

Pati merupakan karbohidrat yang terdiri 2 komponen utama yaitu amilopektin dan amilosa yang mana umumnya terdapat dalam bentuk granula. Di dalam granula, amilopektin membentuk struktur amorf atau porous, sedangkan amilosa membentuk kristalin (Luna dkk, 2014). Amilopektin adalah polimer dari glukosa yang memiliki struktur percabangan yang mana ikatan α -1,4 glikosida pada rantai lurus dan α -1,6 glikosida pada rantai cabangnya. Amilosa adalah homopolimer dari glukosa yang berbentuk linier yang memiliki ikatan α -1,4 glikosida (Putri dan Elok, 2017). Amilosa memiliki struktur linear yang mudah berikatan dengan sesamanya melalui ikatan hidrogen, sehingga amilosa memiliki kekuatan gel yang lebih kuat dan membuat tekstur menjadi lebih kompak dan lebih cocok untuk membentuk gel atau *edible film*. Namun sebaliknya, amilopektin dengan struktur bercabang memiliki ikatan hidrogen yang lemah sehingga akan memberikan tekstur yang kurang kompak dan lebih cocok dijadikan sebagai pengental (Kusnandar, 2019).

Pada hasil pengamatan Tabel 7, dapat dilihat bahwa kadar pati, amilosa dan juga amilopektin untuk tepung jali mengalami penurunan setelah difermentasi. Hal tersebut disebabkan oleh mikroorganisme pada ragi tape yang menguraikan pati menjadi gula-gula pereduksi yang mana penguraian tersebut mengakibatkan kandungan pati dan juga amilosa menurun, dan secara otomatis kadar amilopektin juga akan menurun dengan metode *by difference* (Sukarminah dkk, 2017). Mikroorganisme pada ragi tape cukup banyak jenisnya namun yang utama yaitu kapang dan khamir yang akan mengubah pati menjadi gula sederhana yang akan diuraikan menjadi alkohol dan asam organik. Beberapa mikroorganisme kapang yang berperan yaitu *Amylomyces rouxii*, *Chlamydomucor oryzae*, *Rhizopus sp*, *Mucor sp*, dan *Aspergillus oryzae* yang mana akan menghasilkan enzim amilolitik dan akan memecah amilosa pada pati menjadi gula-gula sederhana (glukosa) yang nantinya akan dijadikan substrat oleh mikroorganisme lain. Sedangkan mikroorganisme khamir diantaranya *Candida sp*, dan *Saccharomyces cerevisiae* yang mana akan mengubah sebagian dari gula sederhana menjadi alkohol (Aini dkk, 2016).

Menurut Oyewole dan Afolami dalam Kustyawati dkk (2013) bahwa terdapat beberapa hal yang dapat mempengaruhi penurunan kadar pati, diantaranya yaitu pati ikut larut dalam air perendaman, sebagian pati masih terikat pada onggok dan pati digunakan untuk aktivitas pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae*.

4.2. Karakteristik Fisik *Crackers*

4.2.1. Kekerasan / *Hardness*

Tekstur termasuk salah satu parameter uji yang penting untuk dilakukan, karena menjadi ciri pada suatu makanan dan akan mempengaruhi minat konsumen terhadap produk makanan tersebut (Hapsari dalam Nur'aini dan Prihati, 2018). Kekerasan atau *hardness* merupakan sifat suatu produk pangan yang menunjukkan daya tahan untuk pecah akibat dari gaya tekanan yang diberikan (Andarwulan dalam Istinganah dkk, 2017). Berdasarkan hasil pengamatan pada Tabel 8, dapat dilihat bahwa nilai *hardness* pada *crackers* kontrol mengalami penurunan ke *crackers* CJ30 dan kemudian mengalami kenaikan seiring dengan substitusi penambahan tepung jali dan kacang merah yang semakin tinggi. *Crackers* CJ30 memiliki nilai kekerasan terendah yaitu 1431,95 gf, sedangkan CJ50 memiliki nilai kekerasan tertinggi yaitu 1941,25 gf. Selain itu, semakin tinggi konsentrasi tepung jali dan tepung kacang merah yang digunakan, maka kadar air akan semakin rendah dan tekstur yang dihasilkan semakin keras. Menurut Rosiani dkk (2015) faktor yang mempengaruhi kekerasan yaitu jumlah air yang menguap pada saat proses pemanggangan. Jika air yang tidak dapat teruapkan semakin banyak, maka kerenyahan semakin menurun.

Nilai *crackers* kontrol yang tidak jauh berbeda dari *crackers* CJ50 juga dapat disebabkan oleh kandungan amilosanya yang tinggi. Menurut Kusnandar dalam Astuti dkk (2019) semakin tinggi kandungan amilosanya maka tekstur produk akan menjadi lebih keras, lebih rapat dan kurang mengembang. Namun jika amilopektinnya lebih tinggi maka produk yang dihasilkan akan mengembang dan lebih renyah. Menurut Imanningsih (2012) tepung terigu mengandung amilosa sekitar 10,23%, amilopektin sekitar 89,77% dan pati sekitar 60,33%. Sedangkan pada tepung jali fermentasi yang digunakan mengandung amilosa sekitar 1,22%, amilopektin sekitar 20,65% dan pati sekitar 21,87% yang dapat dilihat pada Tabel 7. Menurut Harzau dan Estiasih (2013) bahwa kandungan

amilopektin dalam bahan pangan memiliki kemampuan perekat yang baik, sehingga struktur *crackers* menjadi lebih kokoh. Kandungan lemak yang tinggi juga dapat membuat tekstur produk menjadi lebih renyah dan tingkat kekerasan menurun karena lemak bersifat sebagai *shortening*. Hal tersebut juga didukung pada analisa korelasi yang menunjukkan bahwa antara tekstur dan kadar lemak memiliki hubungan yang saling berbanding terbalik, yang mana semakin tinggi tekstur maka memiliki kadar lemak yang semakin rendah. Faktor lain yang dapat mempengaruhi nilai kekerasan *crackers* yaitu formulasi *crackers*, ketebalan *crackers* dan konsentrasi tepung yang ditambahkan (Pratama dkk, 2014).

4.3. Karakteristik Kimia *Crackers* Jali

4.3.1. Analisa Kadar Air

Adanya kandungan air di dalam suatu produk akan berpengaruh terhadap tekstur dan umur simpan produk pangan tersebut. Terdapat dua jenis air dalam pangan yaitu air bebas dan air terikat. Air bebas merupakan jenis air yang terdapat pada ruang antar sel dan pori-pori pada pangan tersebut. Sedangkan air terikat yaitu air yang berikatan dengan makromolekul (karbohidrat, protein atau dalam bentuk hidrat dengan garam-garam dalam sel). Kandungan air dalam suatu bahan pangan dapat mempengaruhi stabilitas dan kualitas pangan tersebut (Atma, 2018). Berdasarkan hasil pengamatan pada Tabel 9, diketahui bahwa *crackers* kontrol dan *crackers* CJ30 memiliki hasil yang tidak berbeda nyata meskipun menunjukkan adanya penurunan. Kadar air *crackers* mengalami penurunan seiring dengan tingginya konsentrasi tepung jali dan kacang merah yang digunakan. Kadar air tertinggi yaitu pada *crackers* kontrol 5,92%, sedangkan yang terendah yaitu *crackers* CJ50 5,26%. Rendahnya kadar air tersebut dapat disebabkan karena tepung jali yang digunakan dibuat dengan tahapan proses fermentasi yang mana akan menyebabkan terjadinya perubahan air terikat menjadi air bebas yang lebih mudah menguap sehingga kadar air tepung jali lebih rendah (Syahputri & Wardani, 2015).

Crackers yang dibuat dalam penelitian ini memiliki kekurangan yaitu kadar air yang terkandung belum memenuhi syarat dan melebihi dari yang ditetapkan SNI 2973:2011 yaitu maksimal 5%. Hal tersebut diduga dapat disebabkan oleh jumlah air yang diuapkan

masih belum teruapkan seluruhnya, selain itu lamanya waktu saat pengeringan yang kurang dan suhu yang digunakan lebih rendah sehingga dapat memperlambat selama proses pengeringan. Menurut Riansyah dkk (2013) bahwa jika suhu pengeringan semakin tinggi maka kemampuan bahan untuk melepaskan air akan semakin besar dan semakin lama waktu yang digunakan selama proses pengeringan maka akan semakin banyak molekul air yang menguap dari bahan yang dikeringkan, sehingga kadar air bahan tersebut akan semakin rendah. Selain itu menurut Jagat dkk (2017) terdapat bahan-bahan yang dapat menghambat proses penguapan kandungan air pada bahan pangan sehingga kadar air akan sulit hilang. Bahan-bahan yang dapat menghambat pengujian kadar air yaitu sebagian besar jenis karbohidrat (glukosa, maltose, laktosa) dan senyawa hidrat lainnya. Selain itu menurut Riansyah (2013) dan Sabir dkk (2020) bahwa kadar air juga dipengaruhi oleh kadar protein dari bahan pangan tersebut yang mana semakin tinggi kandungan protein pada bahan pangan maka semakin sulit melepas air sehingga kadar air semakin menurun. Hal tersebut juga terlihat pada uji korelasi bahwa antara kadar air dan kadar protein memiliki hubungan yang saling berbanding terbalik, yang mana semakin rendah kadar air maka semakin tinggi kadar protein. Berdasarkan Erfiza dkk (2018) air bersifat sebagai pelarut di dalam bahan pangan yang mana tingginya kandungan air akan menyebabkan jumlah kandungan zat nutrisi akan menurun karena kepekatannya menurun.

4.3.2. Analisa Kadar Abu

Kadar abu dalam bahan pangan menunjukkan banyaknya mineral yang tidak dapat terbakar menjadi zat yang dapat menguap. Nilai kadar abu yang tinggi menunjukkan kandungan mineralnya yang tinggi (Pratama, 2014). Nilai kadar abu juga dapat menunjukkan besarnya kandungan mineral yang terdapat pada suatu bahan pangan dan berhubungan dengan kebersihan dan kemurnian bahan pangan tersebut. Jika nilai kadar abu semakin tinggi dalam suatu bahan pangan, diduga dalam proses pembuatan bahan pangan tersebut kurang bersih. Hasil dari kadar abu dapat dipengaruhi oleh kandungan mineral awal dalam bahan baku (Wijaya, 2010). Pada tepung jali memiliki kandungan mineral seperti magnesium, kalsium, fosfor dan zat besi (Andoy dkk, 2019). Berdasarkan hasil pengamatan pada Tabel 9, diketahui bahwa kadar abu tertinggi yaitu pada *crackers* CJ50 3,14%, sedangkan yang terendah yaitu pada *crackers* kontrol 2,34%. Pada *crackers* CJ30 tidak memiliki perbedaan nyata dengan *crackers* CJ40. Selain itu *crackers* CJ40

juga tidak memiliki perbedaan yang nyata dengan *crackers* CJ50. Kadar abu yang tinggi, diikuti dengan semakin tingginya substitusi tepung jali dan kacang merah, hal tersebut diduga disebabkan karena kandungan mineral yang tinggi pada tepung jali. Selain itu, kandungan protein yang tinggi dan penambahan bahan pendukung lainnya juga dapat meningkatkan hasil kadar abu (Sabir dkk, 2020). Hal tersebut juga didukung pada uji korelasi bahwa antara kadar abu dan kadar protein memiliki hubungan yang saling berbanding lurus, yang mana semakin tinggi kadar abu, maka kadar protein akan semakin tinggi. Dalam hal ini, *crackers* dibuat dengan bahan pendukung seperti margarin (BOS), gula, garam, baking soda dan susu bubuk. Berdasarkan penelitian Riansyah dkk (2013) bahwa peningkatan kadar abu juga dipengaruhi oleh tingginya suhu dan lamanya waktu yang digunakan saat pengabuan. Sudarmadji dalam Riansyah (2013) juga mengatakan bahwa nilai dari kadar abu dipengaruhi oleh cara pengabuan, waktu dan suhu yang digunakan dan juga jenis bahan yang digunakan. Berdasarkan hasil korelasi kadar abu memiliki nilai yang saling berbanding terbalik dengan kadar air, hal tersebut dikarenakan semakin lama pengeringan maka jumlah kandungan air yang menguap semakin besar sehingga menyebabkan kadar abu meningkat (Erni dkk, 2018).

4.3.3. Analisa Kadar Protein

Protein merupakan senyawa yang ditemukan di semua sel hidup pada hewan dan tumbuhan yang sangat berperan penting untuk membangun dan memelihara jaringan tubuh. Pada tubuh, protein berada di kulit, rambut, kuku, otot, darah dan masih banyak lagi. Beberapa fungsi protein yaitu, dapat bertindak sebagai komponen struktural tubuh, membangun dan memelihara tubuh, mengangkut zat besi, mineral, lemak dan oksigen, menjaga keseimbangan cairan dan asam basa (Drummond dan Lisa, 2010). Berdasarkan hasil pengamatan yang dapat dilihat pada Tabel 9, diketahui bahwa kadar protein tertinggi yaitu pada *crackers* CJ50 23,7%, sedangkan yang terendah yaitu *crackers* kontrol 10,13%. Pada *crackers* CJ40 hasilnya tidak berbeda nyata dengan *crackers* CJ50 meskipun hasil rata-rata kadar proteinnya tidak berbeda jauh. Berdasarkan USDA (2020) bahwa kandungan protein pada *crackers* yaitu 9,46 g tidak jauh berbeda dari *crackers* kontrol namun lebih rendah dibandingkan *crackers* dengan substitusi tepung jali dan tepung kacang merah. Diketahui bahwa nilai kadar protein menunjukkan peningkatan seiring dengan penambahan substitusi tepung jali dan tepung kacang merah. Menurut Kurniasih (2016) kandungan protein tepung jali sebesar 15,1% sedangkan menurut

Menkes RI (2018) pada tepung terigu memiliki kandungan protein yang lebih rendah yaitu 9 %.

Meningkatnya kadar protein seiring dengan penambahan substitusi tepung jali dan kacang merah ini diduga terjadi karena biomassa mikroba dalam ragi tape selama fermentasi akan semakin meningkat diikuti dengan kemampuannya mensekresikan beberapa enzim ekstraseluler ke dalam biji jali selama proses fermentasi berlangsung, yang mana enzim merupakan bagian dari protein dan mikroorganisme tersebut berkembang dalam bentuk protein sel tunggal sehingga dapat membuat kandungan protein meningkat (Amri dan Putri, 2014). Semakin lama proses fermentasi, kadar protein akan semakin meningkat karena biomassa mikroorganisme akan semakin banyak yang mana diikuti dengan sekresi enzim ekstraseluler atau protein terlarut yang semakin banyak pula (Mandjoro dkk, 2019). Anggorowati dkk (2012) menambahkan bahwa biomassa mikroba yang meningkat merupakan refleksi dari jumlah massa sel. Mikroorganisme pada ragi tape akan menghasilkan enzim yang akan mendegradasi senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana dan mikroorganisme akan mensintesis protein yang mana proses tersebut disebut *protein enrichment*. Berdasarkan SNI 2973:2011 *crackers* dengan penambahan tepung jali dan tepung kacang merah ini sudah memenuhi syarat yaitu minimal 5% dan memberikan kandungan protein yang lebih baik. Hasil kadar protein juga dipengaruhi oleh bahan-bahan yang ditambahkan dalam pembuatan *crackers* ini. Selain itu, dipengaruhi oleh jumlah kandungan air yang hilang dari bahan, yang mana semakin besar jumlah air yang hilang, maka akan semakin besar nilai proteinnya (Pratama, 2014). Hal tersebut juga dibuktikan pada hasil korelasi yang mana kadar protein memiliki hubungan yang saling berbanding terbalik. Hal tersebut menurut Nguju dkk (2018) disebabkan karena selama proses pemanasan, kadar air akan banyak yang hilang dan menyebabkan kandungan bahan kering zat nutrisi lain menjadi meningkat terutama protein.

4.3.4. Analisa Kadar Lemak

Lemak berkontribusi dalam memberikan energi dalam aktivitas kita, terutama aktivitas yang melibatkan otot. Lemak juga berfungsi untuk mengangkut vitamin larut lemak berupa vitamin A, D, E dan K ke seluruh tubuh. Lemak juga dapat mencegah protein agar tidak mudah dibakar sebagai energi sehingga protein dapat melakukan tugas pentingnya (Drummond dan Lisa, 2010). Berdasarkan hasil penelitian pada Tabel 9, diketahui bahwa

semakin tinggi konsentrasi tepung jali dan tepung kacang merah yang digunakan, kadar lemak yang dihasilkan semakin rendah. Kadar lemak tertinggi yaitu pada *crackers* CJ30 14,22%, sedangkan yang terendah yaitu pada *crackers* CJ50 12,95%. Pada *crackers* kontrol *crackers* CJ40 dan *crackers* CJ50 tidak memiliki perbedaan nyata. Kandungan lemak pada *crackers* jali mengalami penurunan seiring dengan banyaknya substitusi tepung jali dan kacang merah yang digunakan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Permatasari (2019) bahwa fermentasi biji jali dapat menurunkan kadar lemak, sehingga tepung jali fermentasi memiliki kadar lemak yang lebih rendah. Penurunan kandungan lemak disebabkan karena adanya *Rhizopus* sp. yang akan menghidrolisis lemak karena sifatnya yang lipolitik. Selain itu adanya enzim lipase akan memecah lemak menjadi asam lemak bebas dan gliserol sehingga kadar lemak dapat berkurang (Raharjo dkk, 2019).

Nilai kadar lemak juga dipengaruhi oleh banyaknya lemak yang digunakan dalam pembuatan *crackers* yang dalam penelitian ini berupa BOS, susu dan kandungan lemak dari bahan baku yang digunakan yaitu tepung terigu, tepung jali, dan tepung kacang merah (Anggraeni, 2019). BOS merupakan singkatan dari *butter oil substitute* yang mana merupakan lemak yang berasal dari nabati dan memiliki rasa dan aroma seperti *butter* atau mentega (berasal dari hewani) (Rinadedik, 2018). Kadar lemak yang menurun diduga disebabkan adanya faktor yang memicu kerusakan lemak salah satunya adalah suhu atau panas yang dapat mendegradasi lemak menjadi molekul-molekul yang lebih kecil seperti asam lemak bebas dan senyawa keton (Rakhmat dkk, 2009). Pada makanan, lemak yang ditambahkan dapat meningkatkan rasa, aroma, flavor, kerenyahan, *juiciness* (pada daging), dan kelembutan (pada makanan yang dipanggang) (Drummond and Lisa, 2010). Hal tersebut juga dibuktikan pada analisa korelasi dimana kadar lemak memiliki hubungan berbanding terbalik dengan tekstur yang mana semakin tinggi kadar lemak, maka teksturnya semakin renyah.

4.3.5. Analisa Kadar Karbohidrat

Analisa kadar karbohidrat dalam penelitian ini menggunakan metode *by different*. Karbohidrat merupakan sumber utama energi dalam tubuh yang mana sebagian besar karbohidrat yang kita konsumsi akan diubah menjadi glukosa dalam tubuh. Glukosa merupakan karbohidrat sederhana dan menjadi sumber energi paling utama dalam tubuh. Beberapa glukosa akan disimpan dalam tubuh yang disebut glikogen yang mana disimpan

di hati dan otot (Drummond dan Lisa, 2010). Berdasarkan hasil pengamatan pada Tabel 9, diketahui bahwa dengan substitusi tepung jali dan tepung kacang merah yang semakin tinggi, maka kadar karbohidrat *crackers* akan semakin menurun. Kadar karbohidrat tertinggi yaitu pada *crackers* kontrol 68,91%, dan yang terendah yaitu *crackers* CJ50 55,64%. Pada *crackers* CJ40 dan *crackers* CJ50 tidak memiliki perbedaan nyata meskipun hasilnya menunjukkan terdapat perbedaan yaitu 56,41% pada CJ40 dan 55,64% pada CJ50. Menurut Riskiani dkk (2014) bahwa nilai kadar karbohidrat yang dihitung dengan metode *by difference* hasilnya akan dipengaruhi oleh komponen nutrisi lain yang mana semakin rendah kadar lemak dan kadar protein maka kadar karbohidratnya akan semakin tinggi. Begitu juga sebaliknya jika semakin tinggi kadar lemak dan kadar proteinnya maka semakin rendah kadar karbohidratnya. Kandungan nutrisi bahan yang digunakan dalam pembuatan *crackers* ini juga berpengaruh terhadap kadar karbohidrat. Tepung jali fermentasi mengandung karbohidrat sebesar 70,6%, tepung terigu mengandung karbohidrat sebesar 77,3% (Kurniasih, 2016) sedangkan tepung kacang merah mengandung karbohidrat sebesar 64,65% (Riskiani dkk, 2014).

4.3.6. Analisa Total Kalori

Kalori adalah satuan yang digunakan untuk menunjukkan jumlah energi pada makanan. Nilai kalori diperoleh dari makanan yang mengandung nutrisi karbohidrat, lemak dan protein. Nilai kalori yang dibutuhkan setiap orang berbeda, tergantung tinggi badan, umur, jenis kelamin, dan aktivitas yang dimiliki (Kusmawati dkk, 2019). Nilai total kalori yang tertinggi yaitu pada *crackers* CJ30 sebesar 431,99 kkal, sedangkan yang terendah yaitu *crackers* CJ50 sebesar 427,75 kkal. Nilai total kalori *crackers* menurun seiring dengan semakin banyaknya substitusi tepung jali dan tepung kacang merah. Nilai total kalori yang didapat dipengaruhi oleh kandungan lemak, protein, dan karbohidrat. Karbohidrat menyumbang kalori sebanyak 4 kkal/g, protein menyumbang kalori sebanyak 4 kkal/g dan lemak menyumbang kalori sebanyak 9 kkal/g, dan kalori tersebut digunakan sebagai pengali dalam menghitung total kalori (Drummond dan Lisa, 2010). Tingginya total kalori pada CJ30 dikarenakan mengandung lemak yang lebih tinggi dibanding *crackers* yang lain.

4.3.7. Analisa Kadar Kalsium

Pada penelitian ini dilakukan uji analisa kalsium menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrofotometer* (AAS). Kalsium merupakan mineral yang digunakan untuk membangun tulang dan gigi. Sekitar 99% kalsium di dalam tubuh ditemukan pada tulang dan gigi. Selain itu, kalsium juga digunakan untuk kontraksi otot, saraf untuk mengirimkan impuls, pembekuan darah, menurunkan tekanan darah (Drummond dan Lisa, 2010). Berdasarkan hasil pengamatan pada Tabel 9, diketahui bahwa semakin tinggi substitusi tepung jali dan tepung kacang merah yang digunakan, semakin tinggi pula kadar kalsiumnya. Kadar kalsium tertinggi yaitu pada *crackers* CJ50 25,73 mg/100g, sedangkan yang terendah yaitu pada *crackers* kontrol 18,73 mg/100g. Pada *crackers* kontrol dan *crackers* CJ30 tidak memiliki perbedaan nyata, sedangkan *crackers* CJ30, CJ40 dan CJ50 juga tidak memiliki perbedaan nyata. Semakin tinggi konsentrasi tepung jali fermentasi dan tepung kacang merah yang digunakan, maka semakin tinggi pula kandungan kalsium pada *crackers* karena pada jali memiliki kalsium yang lebih tinggi sekitar 40 mg/100g dibanding tepung terigu mengandung kalsium sekitar 15 mg/100g (USDA, 2019). Kandungan kalsium *crackers* menurut USDA (2020) yaitu hanya sekitar 19 mg/100g, hal tersebut tidak jauh berbeda dengan *crackers* kontrol dan lebih rendah jika dibandingkan *crackers* dengan substitusi tepung jali dan tepung kacang merah. Sebanyak 100 gram *crackers* dengan substitusi 50% tepung jali, 20% tepung terigu dan 30% tepung kacang merah dapat memenuhi 2,14% dari angka kecukupan gizi (AKG) kalsium yang diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan RI nomor 28 tahun 2019 yaitu sebanyak 1200 mg/hari.