**PENGARUH KONSENTRASI LARUTAN ALKALI DAN LAMA PERENDAMAN TERHADAP PROSES NIKSTAMALISASI KULIT ARI JAGUNG (*Zea mays)***

**TUGAS AKHIR**

*Diajukan untuk Memenuhi Syarat Sidang Sarjana Strata I*

*Program Studi Teknologi Pangan*

**Oleh :**

**Hanum Hanifah Permadi Putri**

**14.302.0189**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS PASUNDAN**

**BANDUNG**

**2018**

**PENGARUH KONSENTRASI LARUTAN ALKALI DAN LAMA PERENDAMAN TERHADAP PROSES NIKSTAMALISASI KULIT ARI JAGUNG (*Zea mays)***

**TUGAS AKHIR**

*Diajukan untuk Memenuhi Syarat Sidang Sarjana Strata I*

*Program Studi Teknologi Pangan*

**Oleh :**

**Hanum Hanifah Permadi Putri**

**14.302.0189**

**Menyetujui :**

|  |  |
| --- | --- |
| **Pembimbing I**  **(Ir. H. Thomas Gozali, MP)** | **Pembimbing II**  **(Dr. Ir. Yusep Ikrawan, M.Eng)** |

# KATA PENGANTAR

***Bismillahirrahmanirrahiim***

Assalamua’alaikum Wr. Wb.

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, yang telah memberikan kekuatan, semangat, kesehatan dan kenikmatan yang tidak terhingga, serta karena rahmat dan kuasa-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “***PENGARUH KONSENTRASI LARUTAN ALKALI DAN LAMA PERENDAMAN TERHADAP PROSES NIKSTAMALISASI KULIT ARI JAGUNG (Zea mays)*** ”. Shalawat serta salam selalu tercurah limpah kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad SAW.

Penulisan laporan ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak baik moril maupun materil, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Ir. H. Thomas Gozali, MP selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan selama penulisan tugas akhir ini.
2. Dr. Ir. Yusep Ikrawan, M.Eng selaku Dosen Pembimbing II dan selaku ketua Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknik Universitas Pasundan, dan telah memberikan banyak bimbingan selama tugas akhir ini.
3. Yudi Permadi dan Eka Siti Mariyam selaku orang tua penulis yang selalu memberikan doa restu, serta dukungan baik secara moril maupun materil, semangat dan motivasi serta kasih sayangnya untuk tetap berjuang dan tetap berdoa selama masa perkuliahan.
4. Irsyad Muhammad Permadi Putra selaku adik penulis yang selalu mendoakan kakaknya.
5. Muhammad Hamim Alkhawarizmi yang selalu ada dan selalu membantu penulis.
6. Teman-teman terdekat Andini, Fitrya, Zahra, Nursilviani, Khairunnasa, Rahayu, Rofida, dan Ratih selaku sahabat penulis yang selalu memotivasi penulis dalam pengerjaan laporan.
7. Kakak – kakak tersayang di kejarAURORA, motivator terhebat yang telah banyak membantu dan mendoakan penulis.
8. Akang teteh, teman – teman seperjuangan laboratorium Teknologi Pasca Panen.
9. Serta semua pihak yang telah banyak membantu penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan, hal ini tidak terlepas dari penulis sebagai manusia yang tidak pernah luput dari kesalahan dengan keterbatasan pengetahuan serta jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu kritik, saran dan masukkan sangat penulis harapkan.

Akhir kata tidak lupa penulis mengucapkan *Alhamdulillah*, penulis berharap semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan umumnya bagi semua pihak yang membaca. Terima kasih.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Bandung Barat, 29 Agustus 2018

Penulis

# DAFTAR ISI

Halaman

KATA PENGANTAR i

DAFTAR ISI iii

DAFTAR TABEL vi

DAFTAR GAMBAR xi

DAFTAR LAMPIRAN xii

**INTISARI……………………………………………………………………....xiv**

**ABSTRACT……..…………………………………………………………...….xv**

I PENDAHULUAN 1

1.1. Latar Belakang Penelitian 1

1.2. Identifikasi Masalah 3

1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian 3

1.4. Manfaat Penelitian 4

1.5. Kerangka Pemikiran 4

1.6. Hipotesis Penelitian 9

1.7. Tempat dan Waktu 9

II TINJAUAN PUSTAKA 10

2.1. Jagung 10

2.2. Nikstamalisasi 17

2.3. Kalsium Hidroksida Ca(OH)2 19

2.4. Natrium Hidroksida (NaOH) 22

2.5. Penanganan Pasca Panen Jagung 23

III METODOLOGI PENELITIAN 28

3.1. Bahan dan Alat 28

3.1.1. Bahan 28

3.1.2. Alat 28

3.2. Metode Penelitian 29

3.2.1. Rancangan Perlakuan 29

3.2.2. Rancangan Percobaan 30

3.2.3. Rancangan Analisis 32

3.2.4. Rancangan Respon 34

3.3. Prosedur Penelitian 34

3.3.1. Prosedur Penelitian Pendahuluan 35

3.3.2. Prosedur Penelitian Utama 37

IV HASIL DAN PEMBAHASAN 42

4.1. Penelitian Pendahuluan 42

4.1.1. Penentuan Jenis Larutan 42

4.2. Penelitian Utama 44

4.2.1. Analisa Fisik 44

4.2.1.1 Analisa Zat Warna 44

4.2.1.2 Analisa Tekstur Kekerasan 49

4.2.1.3 Rendemen 51

4.2.2. Analisa Kimia 52

4.2.1.1 pH………………………………………………………….52

4.2.2.2 Analisis Kadar Serat 54

4.2.2.3 Analisis Kadar Pati 57

V KESIMPULAN DAN SARAN 64

5.1. Kesimpulan 64

5.2. Saran 65

DAFTAR PUSTAKA 66

LAMPIRAN 69

# DAFTAR TABEL

No. Judul Halaman

1. Komposisi Gizi Berbagai Varietas Jagung 13

2. Komposisi Kimia Rata – Rata Biji Jagung Utuh dan Bagiannya 16

3. Rancangan Faktorial 3 x 3 dalam Rancangan Acak Kelompok 30

4. Analisis Variasi 33

5. Uji Lanjut Duncan taraf 5% (LSR Test) 33

6. Hasil Analisis Bahan Baku Jagung 43

7. Pengaruh konsentrasi larutan (B) terhadap pH 45

8. Pengaruh Interaksi antara konsentrasi larutan (B) dan lama perendaman (D) terhadap zat warna 49

9. Hasil Analisis Tekstur Kekerasan 51

10. Pengaruh Interaksi antara konsentrasi larutan (B) dan lama perendaman (D) terhadap rendemen 53

11. Pengaruh Interaksi antara konsentrasi larutan (B) dan lama perendaman (D) terhadap kadar serat 55

12. Pengaruh Interaksi antara konsentrasi larutan (B) dan lama perendaman (D) terhadap kadar pati 58

13. Data Analisis pH 72

14. Data Analisis pH 73

15. Anava Analisis pH 75

16. Pengaruh terhadap konsentrasi Larutan (B) Analisis pH 76

17. Data Analisis Zat Warna 77

18. Data Asli Analisis Zat Warna 78

19. Anava Analisis Zat Warna 80

20. Pengaruh terhadap konsentrasi larutan (B) Analisis zat warna 81

21. Pengaruh terhadap lama perendaman (D) Analisis zat warna 81

22. Pengaruh interaksi konsentrasi larutan (B) terhadap lama perendaman (D) Analisis zat warna 82

23. Pengaruh B1 terhadap D Analisis zat warna 83

24. Pengaruh B2 terhadap D Analisis zat warna 83

25. Pengaruh B3 terhadap D Analisis zat warna 83

26. Pengaruh D1 terhadap B Analisis zat warna 83

27. Pengaruh D2 terhadap B Analisis zat warna 84

28. Pengaruh D3 terhadap B Analisis zat warna 84

29. Pengaruh interaksi antara faktor B dan faktor D Analisis zat warna 84

30. Data Rendemen 86

31. Data Asli Rendemen 87

32. Anava Analisis Kadar Serat 89

33. Pengaruh terhadap konsentrasi larutan (B) Rendemen 90

34. Pengaruh terhadap lama perendaman (D) Rendemen 90

35. Pengaruh interaksi konsentrasi larutan (B) terhadap lama perendaman (D) Rendemen 91

36. Pengaruh B1 terhadap D Rendemen 92

37. Pengaruh B2 terhadap D Rendemen 92

38. Pengaruh B3 terhadap D Rendemen 92

39. Pengaruh D1 terhadap B Rendemen 92

40. Pengaruh D2 terhadap B Rendemen 93

41. Pengaruh D3 terhadap B Rendemen 93

42. Pengaruh interaksi antara faktor B dan faktor D rendemen 93

43. Data Analisis Kadar Serat 94

44. Data Asli Analisis Kadar Serat 95

45. Anava Analisis Kadar Serat 97

46. Pengaruh terhadap lama perendaman (D) Analisis kadar serat 98

47. Pengaruh interaksi konsentrasi larutan (B) terhadap lama perendaman (D) Analisis kadar Serat 99

48. Pengaruh B1 terhadap D Analisis kadar serat 100

49. Pengaruh B2 terhadap D Analisis kadar serat 100

50. Pengaruh B3 terhadap D Analisis kadar serat 100

51. Pengaruh D1 terhadap B Analisis kadar serat 100

52. Pengaruh D2 terhadap B Analisis kadar serat 101

53. Pengaruh D3 terhadap B Analisis kadar serat 101

54. Pengaruh interaksi antara faktor B dan Faktor D Analisis kadar serat 101

55. Data Analisis kadar Pati 102

56. Data Asli Analisis kadar Pati 103

57. Anava Analisis kadar Pati 105

58. Pengaruh terhadap konsentrasi larutan (B) Analisis kadar pati 106

59. Pengaruh terhadap lama perendaman (D) Analisis kadar pati 106

60. Pengaruh B1 terhadap D Analisis kadar pati 106

61. Pengaruh B2 terhadap D Analisis kadar pati 107

62. Pengaruh B3 terhadap D Analisis kadar pati 107

63. Pengaruh D1 terhadap B Analisis kadar pati 107

64. Pengaruh D2 terhadap B Analisis kadar pati 107

65. Pengaruh D3 terhadap B Analisis kadar pati 108

66. Pengaruh interaksi antara faktor B dan faktor D Analisis kadar pati 108

67. Perhitungan Uji Skoring Range pH 113

68. Perhitungan Uji Skoring Analisis pH 114

69. Perhitungan Uji Skoring Range Zat Warna 114

70. Perhitungan Uji Skoring Analisis Zat Warna 115

71. Perhitungan Uji Skoring Range Rendemen 115

72. Perhitungan Uji Skoring Rendemen 116

73. Perhitungan Uji Skoring Range Kadar Serat 116

74. Perhitungan Uji Skoring Kadar Serat 117

75. Perhitungan Uji Skoring Range Kadar Pati 117

76. Perhitungan Uji Skoring Kadar Pati 118

77. Perhitungan Uji Skoring 118

78. Perhitungan Standar Deviasi Zat Warna 119

79. Perhitungan Standar Deviasi Rendemen 120

80. Perhitungan Standar Deviasi Analisis pH 121

81. Perhitungan Standar Deviasi Kadar Serat 122

82. Perhitungan Standar Deviasi Kadar Pati 123

# DAFTAR GAMBAR

No. Judul Halaman

1. Tanaman Jagung 10

2. Struktur Biji Jagung 14

3. Diagram proses nikstamalisasi 18

4. Kegiatan panen dan penanganan pasca panen jagung 23

5. Diagram Alir Penelitian Pendahuluan Jenis Larutan……………………….....40

6. Diagram Alir Penelitian Utama Proses Nikstamalisasi Jagung 41

7. Alat *Portable Colorimeter Digital* 45

8. Acuan nilai L\*, a\* dan b\* untuk analisa warna 46

9. Alat Tekstur Kekerasan *Pnetrometer* Universal 49

10. Struktur Amilosa dan Amilopektin 54

11. Jagung Pipil 56

12. Pati Jagung 59

# DAFTAR LAMPIRAN

**No. Judul Halaman**

1. Perhitungan Rendemen Jagung Nikstamalisasi. (AOAC, 2005) 66

2. Prosedur Analisis pH 66

3. Prosedur Analisis Zat Warna Menggunakan Alat *Digital Colorimeter*. 67

4. Prosedur Analisis Tekstur (Yuwono dan Susanto, 2001). 67

5. Prosedur Analisis Kadar Serat 68

6. Prosedur Analisis Kadar Pati (AOAC, 1995) 69

7. Hasil Analisis Rendemen Penelitian Pendahuluan 70

8. Hasil Analisis Serat Penelitian Pendahuluan 71

9. Hasil Analisis pH 72

10. Hasil Analisis Zat Warna (Kolorimeter) Penelitian Utama 77

11. Hasil Analisis Tekstur Kekerasan Penelitian Utama 85

12. Hasil Rendemen Penelitian Utama 86

13. Hasil Analisis Kadar Serat Penelitian Utama 94

14. Hasil Analisis Kadar Pati Penelitian Utama 102

15. Uji Skoring Pemilihan Produk Terbaik Jagung Nikstamal……………....112

16. Hasil Perhitungan Standar Deviasi Zat Warna …………..……………....119

17. Hasil Perhitungan Standar Deviasi Rendemen …………..………..….....120

18. Hasil Perhitungan Standar Deviasi Analisis pH ……..…………….........121

19. Hasil Perhitungan Standar Deviasi Kadar Serat ……..…………….........122

20. Hasil Perhitungan Standar Deviasi Kadar Pati ……..……………...........123

**ABSTRAK**

Jagung (*Zea mays)* merupakan salah satu tanaman pangan dunia. Beberapa penduduk di Indonesia menggunakan jagung sebagai sumber karbohidrat, seperti tepung jagung, modifikasi pati jagung, keripik jagung, roti jagung, biskuit. Konsumsi jagung basah dengan kulit ari di Indonesia cukup tinggi. Kulit ari jagung mengandung serat kasar yang tinggi, yaitu 86,7% terdiri atas hemiselulosa (67%), selulosa (23%) dan lignin (0,1%). Hemiselulosa tidak dapat dicerna oleh manusia dan tidak larut dalam air. Nikstamalisasi merupakan proses tradisional Meksiko yang terdiri dari pemasakan dan perendaman dalam larutan alkali, yaitu larutan kapur Ca(OH)2 (kalsium hidroksida).

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui penggunaan konsentrasi larutan alkali dan lama perendaman yang sesuai untuk proses nikstamalisasi kulit ari jagung sehingga diperoleh jagung nikstamalisasi yang optimal.

Metode penelitian yang dilakukan terdiri dari penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Penelitian pendahuluan dilakukan untuk menentukan jenis larutan alkali yang akan digunakan pada penelitian utama dengan analisis kadar serat dan rendemen. Penelitian utama dilakukan untuk menentukan konsentrasi larutan dan lama perendaman yang sesuai. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan pola faktorial 3x3 dengan 3 kali ulangan. Variabel respon pada penelitian ini adalah respon fisik meliputi analisis pH, zat warna, perhitungan rendemen dan tekstur kekerasan serta respon kimia yang meliputi analisis kadar serat, dan analisis kadar pati.

Hasil dari penelitian pendahuluan diperoleh bahwa larutan alkali Ca(OH)2 dan hasil analisis bahan baku yang meliputi kadar serat sebesar 1,73% dan perhitungan rendemen sebesar 80,70%. Sedangkan berdasarkan hasil dari penelitian utama diperoleh bahwa produk terbaik pada proses nikstamalisasi kulit ari jagung yaitu pada perlakuan b2d3 (konsentrasi larutan alkali 5% dan lama perendaman 30 jam), dengan nilai dengan nilai rata-rata pH 12.18, zat warna 43.14, tekstur kekerasan 0.0052 mm/gram detik, rendemen 86.85%, kadar serat 1.55%, dan kadar pati 46.42%.

Kata Kunci: Kulit Ari Jagung, Konsentrasi Larutan Alkali, Lama Perendaman, Nikstamalisasi.

***ABSTRACT***

*Corn (Zea mays) is one of the world's food crops. Some residents in Indonesia use corn as a source of carbohydrates, corn flour, roasted corn, corn chips, cornbread, biscuits. Consumption of wet corn with epidermis in Indonesia is quite high. Corn husk contains high crude fiber, which is 86.7% consisting of hemicellulose (67%), cellulose (23%) and lignin (0.1%). Hemicellulose cannot be digested by humans and does not dissolve in air. Nixtamalization is a traditional Mexican process consisting of cooking and soaking in an alkaline solution, namely lime Ca(OH)2 (calcium hydroxide)*.

*The purpose of this study is to determine the use of alkaline solution concentration and soaking time which is suitable for the process of nixtamalization the epidermis of maize so as to obtain an optimal nixtamal corn*.

*The research method consists of preliminary research and primary research. Preliminary research was conducted to determine the type of alkaline solution to be used in the main research with analysis of fiber content and yield. The main research was carried out to determine the appropriate concentration of solution and soaking time. The experimental design used in the study was a Randomized Block Design (RAK) with a 3x3 factorial pattern with 3 replications. The response variables in this study were physical responses including analysis of pH, dyestuff, calculation of yield and texture of hardness and chemical response which included fiber content analysis, and analysis of starch content.*

*The results of the preliminary study found that the alkaline solution of Ca(OH)2 and the results of the analysis of raw materials included fiber content of 1.73% and the calculation of yield of 80.70%. Whereas based on the results of the main study, it was found that the best product in the process of nixtamalization of corn husk was in the treatment of b2d3 (concentration of 5% alkaline solution and 30 hours soaking time), with a value an average value of pH 12.18, dye 43.14, texture hardness 0.0052 mm/gram seconds, yield 86.85%, fiber content 1.55%, and starch content 46.42%.*

*Keywords: Corn Skin, Alkaline Solution Concentration, Soaking Length, Nikstamalization*

# I PENDAHULUAN

Bab ini akan membahas mengenai : (1.1) Latar Belakang Penelitian, (1.2) Identifikasi Masalah, (1.3) Maksud dan Tujuan Penelitian, (1.4) Manfaat Penelitian, (1.5) Kerangka Pemikiran, (1.6) Hipotesis Penelitian, dan (1.7) Waktu Penelitian.

## Latar Belakang Penelitian

Kebutuhan jagung di Indonesia saat ini cukup besar, yaitu lebih dari 10 juta ton pipilan kering per tahun dan konsumsi jagung terbesar untuk pangan dan industri pakan ternak. Dari sisi pasar, potensi pemasaran jagung terus mengalami peningkatan. Hal ini dapat dilihat dari berkembangnya produk pangan dari jagung, seperti tepung jagung, modifikasi pati jagung, keripik jagung, roti jagung, biskuit, kue kering, bahan campuran kopi bubuk di kalangan masyarakat. Produk tersebut banyak dijadikan bahan baku untuk pembuatan produk pangan. (Budiman, 2010).

Menurut Badan Pusat Statistika, produksi jagung di Indonesia pada tahun 2015 sekitar 19.612.435 ton dan pulau Jawa Barat menjadi salah satu daerah di Indonesia yang tinggi produksi jagungnya sekitar 959.933 ton. Dan rata – rata konsumsi jagung basah dengan kulit perkapita di Indonesia pada tahun 2009 hingga 2017 sekitar 0,026 kg perminggu. Hal tersebut membuktikan bahwa konsumsi jagung basah dengan kulit ari di Indonesia cukup tinggi. Dimana jagung digolongkan menjadi jenis bahan makanan yang penting.

Jagung (*Zea mays L.)* merupakan salah satu tanaman pangan dunia, selain gandum dan padi. Beberapa penduduk di daerah Indonesia seperti di Madura, Nusa Tenggara Barat dan Nusa Tenggara Timur menggunakan jagung sebagai sumber karbohidrat, pakan ternak (hijauan maupun tongkolnya), diambil minyaknya (dari bulir), dibuat tepung (dari bulir, dikenal dengan istilah tepung jagung atau maizena), dan bahan baku industri (dari tepung bulir dan tepung tongkolnya). (Budiman, 2010).

Kulit ari jagung dicirikan oleh kandungan serat kasar yang tinggi, yaitu 86,7% yang terdiri atas hemiselulosa (67%), selulosa (23%) dan lignin (0,1%). Di sisi lain, endosperma kaya akan pati (87,6%) dan protein (8%), sedangkan kadar lemaknya relatif rendah (0,8%). Lembaga dicirikan oleh tingginya kadar lemak yaitu 33%, protein (18,4%), dan mineral (10,5%). (Suarni, 2008).

Hemiselulosa adalah polisakarida terbanyak setelah selulosa yang ditemukan pada tumbuhan. Hemiselulosa berikatan kuat secara kovalen dan non kovalen dengan lignin dan selulosa. Hemiselulosa banyak ditemukan dalam limbah hasil pertanian. Komponen terbesar hemiselulosa adalah xilan, yang merupakan polimer dari β(1-4)D-xylopiranosa (xilosa) dengan ikatan β-1,4- glikosida. Rantai xilan bercabang, kompleks dan strukturnya tidak berbentuk kristal, sehingga mudah dimasuki pelarut. Sebagian besar xilan terdiri atas 2-4 heteroglikan. Hemiselulosa tidak dapat dicerna oleh manusia dan tidak larut dalam air dan pelarut organik. (Pastor et al., 2007; Puspaningsih et al., 2007).

Nikstamalisasi merupakan proses tradisional Meksiko yang terdiri dari pemasakan dan perendaman dalam larutan alkali, yaitu larutan kapur Ca(OH)2 (kalsium hidroksida). Larutan kapur dan abu sangat basa, alkalinitas membantu pembuangan hemiselulosa, komponen utama seperti dinding sel jagung dan mengendurkan lambung dari kernel dan melembutkan jagung. Kalsium hidroksida dalam kapur bertindak sebagai zat pengikat silang untuk protein dan rantai samping asam polisakarida (Carmen, 2015).

Lama perendaman merupakan salah satu faktor yang cukup penting dalam nikstamalisasi, karena pada tahap ini terjadi proses penyerapan kalsium. Perbedaan lama perendaman nikstamalisasi akan mempengaruhi karakteristik jagung (Sudiono, 2013).

Berdasarkan pada uraian diatas, dapat dilakukan penelitian untuk mengupas kulit ari jagung dengan pengaruh konsentrasi larutan Ca(OH)2 dan NaOH, serta lama perendaman terhadap proses nikstamalisasi kulit ari jagung.

## Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka masalah yang dapat diidentifikasi adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi larutan alkali terhadap proses nikstamalisasi kulit ari jagung ?
2. Bagaimana pengaruh lama perendaman terhadap proses nikstamalisasi kulit ari jagung ?
3. Bagaimana pengaruh interaksi antara konsentrasi larutan alkali dan lama perendaman terhadap proses nikstamalisasi kulit ari jagung ?

## Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi larutan alkali dan lama perendaman jagung yang berpengaruh pada proses nikstamalisasi kulit ari jagung.

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Untuk menentukan konsentrasi larutan alkali terhadap proses nikstamalisasi kulit ari jagung.

2. Untuk menentukan lama perendaman terhadap proses nikstamalisasi kulit ari jagung.

3. Mengetahui interaksi antara konsentrasi larutan alkali dan lama perendaman terhadap proses nikstamalisasi kulit ari jagung.

## Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan informasi mengenai pengaruh konsentrasi larutan alkali dan lama perendaman pada proses nikstamalisasi kulit ari jagung yang dapat digunakan untuk pengolahan berbagai macam produk pangan berbahan dasar jagung di masyarakat luas.
2. Dapat dijadikan sebagai acuan untuk masyarakat dalam pembuatan produk pangan berbahan dasar jagung tanpa kulit ari.
3. Mengetahui cara teknologi pasca panen pada bahan pangan nabati yaitu komoditi jagung.

## Kerangka Pemikiran

Menurut Suarni dan Fimansyah (2005), menyatakan bahwa komposisi nutrisi dari jagung cukup tinggi dan cukup lengkap untuk memenuhi kebutuhan gizi masyarakat Indonesia.

Menurut Budiman (2010), di Indonesia dilihat dari karakteristiknya varietas jagung sangatlah beragam antara lain kristalin, *floury*, *starchy*, manis, pop, hitam, srikandi putih, srikandi kuning, anoman hingga pulut. Di Indonesia sendiri sudah banyak jagung yang dikembangbiakan sehingga didapatkan kandungan gizi yang tinggi.

Menurut Cortez dan Wild (1972) dalam Suarni (2009), varietas jagung lokal 72,81%, varietas jagung hibrida 71,05% dan varietas jagung manis memiliki kandungan karbohidrat 69,3%.

Menurut Sudiono (2013), dilihat dari kandungan gizi tertinggi pada beberapa varietas jagung yang ada di Indonesia yaitu varietas jagung lokal, varietas jagung hibrida dan varietas jagung manis memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi dan dapat digunakan untuk proses nikstamalisasi.

Menurut Moreira (2006), nikstamalisasi merupakan proses tradisional Meksiko yang terdiri dari pemasakan dan perendaman dalam larutan alkali (kalsium hidroksida). Tujuannya adalah untuk melonggarkan jaringan sel dan menggelatinisasi sebagian granula pati sehingga jagung nikstamal akan membentuk pasta yang homogen dan elastis pada saat digiling atau dihancurkan dengan grinder. Nikstamalisasi diharapkan dapat meningkatkan kestabilan tepung jagung terhadap pemanasan dan pengadukan sehingga dapat memperbaiki karakteristik produk pangan yang akan dihasilkan.

Menurut Carmen (2015), manfaat nikstamalisasi dari jagung adalah lebih mudah digiling, nilai nutrisinya meningkat, rasa dan aroma meningkat serta mikotoksin berkurang. Manfaat ini menjadikan nikstamalisasi sebagai langkah awal yang penting untuk memproses lebih lanjut jagung ke dalam produk makanan, dan proses ini digunakan dengan menggunakan metode tradisional dan industri, dalam produksi tortilla dan keripik tortilla, *tamales*, *hominy*, dan produk lainnya.

Menurut Sefa-Dedeh et al. (2004) menyimpulkan pH tepung jagung nikstamal berkisar antara 7,01 - 7,88 dan pH tepung jagung nikstamal varietas Meksiko berkisar antara 6,2 - 6,9 serta pH tepung jagung beserta produk-produknya yang diproses secara nikstamalisasi berhubungan erat dengan jumlah Ca(OH)2 yang digunakan dan jumlah pengikatan Ca(OH)2 tersebut selama pemasakan dan perendaman. (Flores-Farías et al. 2010).

Menurut Flores-Farías et al. (2010) menjelaskan meningkatnya nilai pH pada tepung jagung yang diberi perlakuan Ca(OH)2 menandakan molekul pati mengikat Ca2+. Nilai pH sistem yang tinggi pada saat pemasakan dan perendaman biji jagung menyebabkan gugus hidroksil pati mengalami ionisasi dan berinteraksi dengan ion Ca2+ hasil ionisasi Ca(OH)2. Nilai pH tepung jagung pada penelitian ini berkisar antara 6,47-7,91. Khusus untuk tepung jagung yang mengalami perlakuan nikstamalisasi (pemasakan dalam larutan Ca(OH)2) memiliki nilai pH 6,88-7,91.

Menurut Mondragn (2006) stabilisasi jaringan gel berhubungan dengan pengembangan struktur kristalin lokal karena penggabungan kembali molekul amilosa. Peningkatan *leaching* amilosa akan meningkatkan kekuatan gel. Oleh karena proses nikstamalisasi dapat menghambat *leaching* amilosa, maka jagung yang diberi perlakuan pemasakan dalam larutan Ca(OH)2 akan menghasilkan gel yang lemah dan terjadi penurunan kekuatan gel pada pati jagung dan pati gandum yang dimodifikasi ikatan silang.

Penelitian Andri (2014) mengkaji jenis larutan yang digunakan untuk proses perendaman, nikstamalisasi yang paling baik ini adalah larutan alkali yaitu larutan Ca(OH)2 atau kalsium hidroksida. Pemakaian larutan kapur ini karena sifat dari larutan kapur yang sangat basa, alkalinitasnya membantu pembubaran hemiselulosa, komponen utama lem seperti dinding sel jagung, mengendurkan lambung dari kernel dan melembutkan jagung. Kalsium dalam kapur bertindak sebagai zat pengikat silang untuk protein dan rantai samping asam polisakarida.

Menurut Choirul (2014), *tortilla corn chips* dengan konsentrasi alkali larutan (Ca(OH)2) 5% mempunyai karakteristik sensoris *tortilla corn chips* yang paling baik.

Menurut Mendez (2006), lama perendaman merupakan salah satu faktor yang cukup penting dalam nikstamalisasi, karena pada tahap ini terjadi proses penyerapan kalsium Ca(OH)2 oleh biji jagung. Proses ini dikenal untuk menghilangkan aflatoksin hingga 97 – 100% dari jagung yang terkontaminasi mikotoksin. Perbedaan lama perendaman nikstamalisasi akan mempengaruhi karakteristik jagung dan nilai gizi yang terdapat pada jagung tersebut.

Menurut Sudiono (2013), lama waktu perendaman tersebut akan mempengaruhi jumlah kalsium yang terserap ke dalam biji jagung dan akan menentukan produk olahan yang cocok untuk tepung jagung nikstamal, oleh karena itu perlu dilakukan pengkajian lama perendaman nikstamalisasi dalam aplikasinya pada produk olahan baru, seperti pengkajian lama perendaman nikstamalisasi kulit ari jagung.

Kajian terhadap pengaruh lama waktu perendaman nikstamalisasi terhadap tepung jagung nikstamal yang dihasilkan telah dilakukan oleh beberapa penelitian. Penelitian Palacios-Fonseca et al. (2009) membandingkan tepung jagung dari proses nikstamalisasi secara komersial dengan tepung jagung dari proses nikstamalisasi secara tradisional yang menggunakan lama perendaman bervariasi yaitu 0, 1, 3, dan 7 jam. Penelitian Putri (2011) menyimpulkan bahwa lama perendaman dapat meningkatkan kandungan kalsium, kadar amilosa, dan daya serap air dari nikstamal, selain itu tepung jagung yang dinikstamalisasi dengan lama perendaman 24 jam menghasilkan tepung jagung terbaik untuk aplikasinya pada tortilla chips.

Menurut Sudiono (2013), penyerapan air dalam biji jagung dipengaruhi oleh lama perendaman, suhu dan jumlah air perendaman. Penelitian ini melakukan nikstamalisasi jagung dengan lama waktu perendaman yang bervariasi. Lama perendaman yang digunakan mengacu pada penelitian Putri (2011), yaitu 18, 24, dan 30 jam dengan suhu ruangan 20°C - 25°C. Tepung jagung nikstamal yang dihasilkan, biasa digunakan sebagai bahan baku produk pangan seperti tepung jagung, keripik jagung (*tortila chips*), mie, biskuit, *crackers*, tempe jagung, dan produk pangan jagung lainnya. Jagung nikstamalisasi dari perlakuan terbaik dianalisis lebih lanjut komponen kimianya, yang meliputi kadar karbohidrat, kandungan serat, kadar kalsium dan uji fisik (kekerasan) secara objektif.

## Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka pemikiran yang telah diuraikan di atas diduga bahwa:

1. Konsentrasi larutan alkali berpengaruh terhadap proses nikstamalisasi kulit ari jagung.
2. Lama perendaman berpengaruh terhadap proses nikstamalisasi kulit ari jagung.
3. Konsentrasi larutan alkali dan lama perendaman berpengaruh terhadap proses nikstamalisasi kulit ari jagung.

## Tempat dan Waktu

Waktu penelitian yaitu bulan April 2018 hingga selesai. Penelitian dilakukan di Laboratorium Penelitian Teknologi Pangan, Fakultas Teknik, Universitas Pasundan, Jalan Dr. Setiabudi No. 193, Bandung.

# II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini akan menguraikan mengenai : (2.1) Jagung, (2.2) Nikstamalisasi, (2.3) Kalsium Hidroksida Ca(OH)2, (2.4) NaOH dan (2.5) Penanganan Pasca Panen

## 2.1. Jagung

Tanaman jagung (*Zea Mays L*) merupakan salah satu komoditas strategis dan bernilai ekonomis, serta mempunyai peluang untuk dikembangkan karena kedudukannya sebagai sumber utama karbohidrat dan protein setelah beras. Disamping itu jagung berperan sebagai pakan ternak, bahan baku industri dan rumah tangga. Beberapa tahun terakhir kebutuhan jagung terus meningkat, hal ini sejalan dengan semakin meningkatnya laju pertumbuhan jumlah penduduk dan peningkatan kebutuhan untuk pakan.



### **Gambar 1. Tanaman Jagung**

Sumber : wikipedia

Jagung merupakan tanaman semusim yang termasuk kedalam golongan rumput – rumputan *Graminae*. Jagung (*Zea mays L*) adalah salah satu komoditi yang mempunyai potensi yang besar sebagai sumber karbohidrat. Proporsi jagung sebagai salah satu penghasil karbohidrat adalah 16,16 % sedangkan beras 55,5 % dan sisanya diduduki oleh ubi kayu, ubi jalar dan lain – lain. (Kadekoh,1996)

Jagung (*Zea mays*) merupakan kebutuhan yang cukup penting bagi kehidupan manusia dan hewan. Jagung mempunyai kandungan gizi dan serat kasar yang cukup memadai sebagai bahan makanan pokok pengganti beras. Kebutuhan akan konsumsi jagung di Indonesia terus meningkat. Hal ini didasarkan pada makin meningkatnya jumlah penduduk Indonesia. Jagung sebagai bahan pangan, dapat dikonsumsi secara langsung maupun yang dilakukan pengolahan terlebih dahulu seperti jagung rebus, bakar, maupun dimasak menjadi nasi (Budiman, 2010).

Pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays L*) yang baik sangat tergantung kepada faktor genetik, lingkungan tumbuh dan tindakan budidaya. Secara genetik, kemanmpuan tanaman untuk tumbuh dengan baik pada suatu lingkungan ditentukan oleh komposisi gen dalam genotip tanaman bersangkutan.

Tanaman jagung dalam tata nama atau sistematika (taksonomi) diklasifikasi sebagai berikut :

Kingdom : Plantae

Divisio : Spermatophyta

Sub divisio : Angiospermae

Class : Monocotyledoneae

Genus : *Zea*

*Spesies : Zea mays L.* (Tjitrosoepomo, 1991)

Keberagaman tanaman jagung pada tingkat umur yang berbeda, akan memperlihatkan pertumbuhan yang berbeda, karena selain faktor genetik, dipengaruhi faktor lingkungan tumbuh.

Jagung merupakan tanaman semusim. Satu siklus hidupnya diselesaikan dalam 80 - 150 hari. Paruh pertama dari siklus merupakan tahap pertumbuhan vegetatif dan paruh kedua untuk tahap pertumbuhan generatif. Susunan morfologi tanaman jagung terdiri dari akar, batang, daun, bunga, dan buah (Wahab, 2007).

Kelompok varietas tanaman jagung berdasarkan umur tanamannya terbagi menjadi tiga yaitu :

1. Varietas Berumur Pendek (Genjah): umur panennya berkisar antara 70 – 80 hari setelah tanam (HST). Contoh: varietas Medok, Madura, Kodok, Putih Nusa, Impa Kina, dan Abimayu.
2. Varietas Berumur Sedang (Medium) : umur panennya berkisar antara 80 – 100 HST. Contoh: varietas Panjalinan, Bromo, Arjuna, Sadewa, Parikesit, Hibrida C-1 dan CPI-1.
3. Varietas Berumur Panjang (Dalam) : umur panennya berkisar antara 80 – 110 HST. Contoh: varietas Harapan, Metro, Pandu, Bima dan Composit (Budiman, 2010).

Berdasarkan bentuk bijinya (kernel), jagung dibedakan menjadi 6 tipe utama, yaitu *dent*, *flint*, *flour*, *pop*, *sweet*, dan *pod corns*. Perbedaan terbesar antara jagung tersebut terletak pada kualitas, kuantitas, dan komposisi endospermanya.

Informasi komposisi kimia proksimat cukup banyak tersedia. Keragaman data pada masing-masing komponen gizi utama sangat besar. Tabel 1 menunjukkan komposisi kandungan zat gizi pada berbagai tipe jagung. Keragaman komposisi tersebut dipengaruhi baik oleh faktor genetik maupun lingkungan.

### **Tabel 1. Komposisi Gizi Berbagai Varietas Jagung**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Varietas Jagung | Air | Abu | Protein | Serat kasar | Lemak | Karbohidrat |
| Kristalin | 10,5 | 1,7 | 10,3 | 2,2 | 5,0 | 70,3 |
| *ppFloury* | 9,6 | 1,7 | 10,7 | 2,2 | 5,4 | 70,4 |
| *Starchy* | 11,2 | 2,9 | 9,1 | 1,8 | 2,2 | 72,8 |
| *Manis* | 9,5 | 1,5 | 12,9 | 2,9 | 3,9 | 69.3 |
| Pop | 10,4 | 1,7 | 13,7 | 2,5 | 5,7 | 66,0 |
| Hitam | 12,3 | 1,2 | 5,2 | 1,0 | 4,4 | 75,9 |
| Srikandi putih\*) | 10,08 | 1,81 | 9,99 | 2,99 | 5,05 | 73.07 |
| Srikandi kuning \*) | 11,03 | 1,85 | 9,95 | 2,97 | 5,10 | 72,07 |
| Anoman \*) | 10,07 | 1,89 | 9,71 | 2,05 | 4,56 | 73,77 |
| Lokal pulut \*) | 11,12 | 1,99 | 9,11 | 3,02 | 4,97 | 72,81 |
| Lokal non pulut \*) | 10,09 | 2,01 | 8,78 | 3,12 | 4,92 | 74,20 |
| Biji 2 \*\*) | 9,70 | 1,00 | 8,40 | 2,20 | 3,60 | 75,10 |
| Lamuru \*) | 9,80 | 1,20 | 6,90 | 2,60 | 3,20 | 76,30 |

Sumber : Cortez dan Wild – Altamirano (1972) dalam et al, (2005)

\*) Suarni dan Firmansyah (2005)

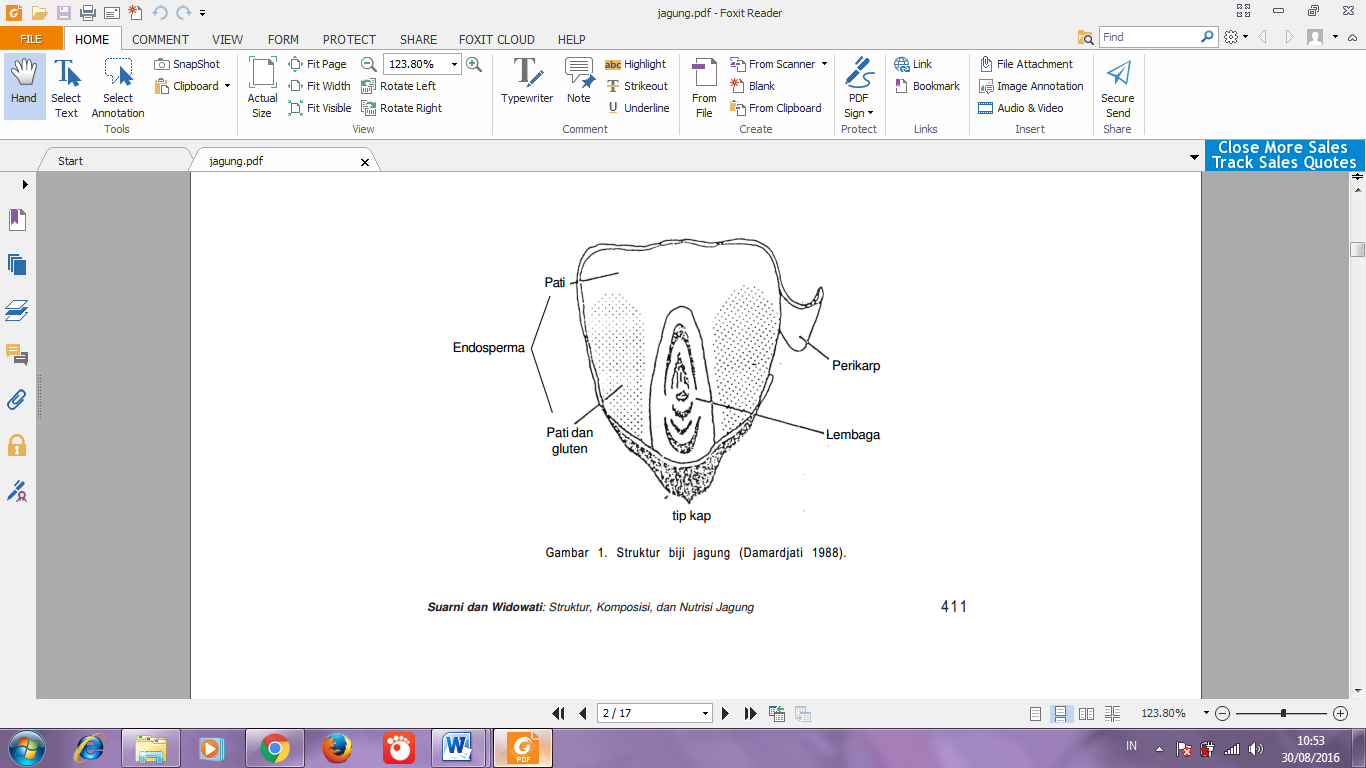
\*\*) Suharyono et al., (2005)

(Sumber : Autum, 2015)

Secara struktural, biji jagung yang telah matang terdiri atas empat bagian utama, yaitu perikarp, lembaga, endosperm, dan tip kap. Perikarp merupakan lapisan pembungkus biji yang berubah cepat selama proses pembentukan biji. Pada waktu kariopsis masih muda, sel-selnya kecil dan tipis, tetapi sel-sel itu berkembang seiring dengan bertambahnya umur biji. Pada taraf tertentu lapisan ini membentuk membran yang dikenal sebagai kulit biji atau testa (aleuron) yang secara morfologi adalah bagian endosperm. Bobot lapisan aleuron sekitar 3% dari keseluruhan biji (Inglett, 1987 dalam Widowati, 2005).

Lembaga merupakan bagian yang cukup besar. Pada biji jagung tipe gigi kuda, lembaga meliputi 11,5% dari bobot keseluruhan biji. Lembaga ini sendiri sebenarnya tersusun atas dua bagian yaitu skutelum dan poros embrio (*embryonic axis*). Endosperma merupakan bagian terbesar dari biji jagung, yaitu sekitar 85%, hampir seluruhnya terdiri atas karbohidrat dari bagian yang lunak (floury endosperm) dan bagian yang keras (*horny* endosperm) (Wilson, 1981 dalam Widowati, 2005).

Lembaga terdiri atas plumula, radikel, dan skutelum, yaitu sekitar 10% dan perikarp 5%. Perikarp merupakan lapisan luar biji yang dilapisi oleh testa dan lapisan aleuron. Lapisan aleuron mengandung 10% protein (Mertz, 1972 dalam Widowati, 2005). Setiap tip cap adalah bagian yang menghubungkan biji dengan janggel. Lapisan aleuron, perikarp, dan lembaga mengandung protein dengan kadar yang berbeda. Lembaga juga mengandung lemak dan mineral (Inglett, 1987 dalam Widowati, 2005).



### Gambar 2. Struktur Biji Jagung

Sumber : wikipedia

Kulit ari jagung mengandung endosperma yang kaya akan pati (87,6%) dan protein (8%), sedangkan kadar lemaknya relatif rendah (0,8%). Lembaga dicirikan oleh tingginya kadar lemak yaitu 33%, protein (18,4%), dan mineral (10,5%). Di sisi lain kandungan serat kasar yang tinggi, yaitu 86,7% yang terdiri atas hemiselulosa (67%), selulosa (23%) dan lignin (0,1%). Di sisi lain, endosperma kaya akan pati (87,6%) dan protein (8%), sedangkan kadar lemaknya relatif rendah (0,8%). Lembaga dicirikan oleh tingginya kadar lemak (33%), protein (18,4%), dan mineral (10,5%). Analisis kimia fraksi–fraksi biji jagung menunjukkan bahwa masing-masing fraksi mempunyai sifat yang berbeda. Proses pengolahan dengan menghilangkan sebagian dari fraksi biji jagung akan mempengaruhi mutu gizi produk akhirnya (Suarni, 2009).

Selulosa (C6H10O5)n adalah polimer berantai panjang polisakarida karbohidrat, dari β-glukosa. Selulosa merupakan karbohidrat utama yang disintesis oleh tanaman dan menempati hampir 60% komponen penyusun struktur tanaman. Selulosa tidak dapat dicerna oleh manusia dan tidak larut dalam air dan pelarut organik (Artati, 2009).

Hemiselulosa adalah polisakarida terbanyak setelah selulosa yang ditemukan pada jagung. Hemiselulosa berikatan kuat secara kovalen dan non kovalen dengan lignin dan selulosa. Hemiselulosa banyak ditemukan dalam limbah hasil pertanian. Komponen terbesar hemiselulosa adalah xilan, yang merupakan polimer dari β(1-4)D-xylopiranosa (xilosa) dengan ikatan β-1,4- glikosida. Rantai xilan bercabang, kompleks dan strukturnya tidak berbentuk kristal, sehingga mudah dimasuki pelarut. Sebagian besar xilan terdiri atas 2-4 heteroglikan. Hemiselulosa tidak dapat dicerna oleh manusia dan tidak larut dalam air dan pelarut organik (Pastor et al., 2007; Puspaningsih et al., 2007).

### **Tabel 2. Komposisi Kimia Rata – Rata Biji Jagung Utuh dan Bagiannya**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Komponen | Kandungan (%) | | | | |
| Pati | Protein | Lemak | Gula | Abu |
| Biji utuh | 73,4 | 9,1 | 4,4 | 1,9 | 1,4 |
| Endosperma | 87,6 | 8,0 | 0,8 | 0,62 | 0,3 |
| Lembaga | 8,3 | 18,4 | 33,2 | 10,8 | 10,5 |
| Perikarp | 7,3 | 3,7 | 1,0 | 0,34 | 0,8 |
| Tudung pangkal biji | 3,3 | 9,1 | 3,8 | 1,6 | 1,6 |

\*Persentase bobot kering, Sumber: Watson (2003)

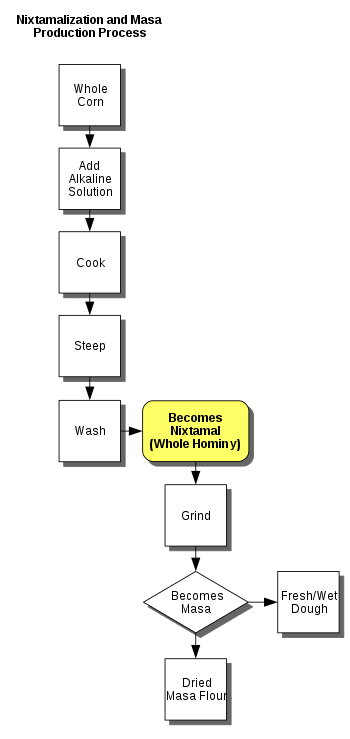
Jagung kaya akan komponen pangan fungsional antara lain serat pangan yang dibutuhkan tubuh (*dietary fiber*), asam lemak essensial, isoflavon, mineral Fe (tidak ada dalam terigu), β-karoten (pro vitamin A), komposisi asam amino esensial, dan lainnya. Pangan fungsional saat ini berkembang sangat pesat, seiring dengan semakin tingginya permintaan akan pangan fungsional dan kesadaran masyarakat tentang kesehatan, meningkatnya populasi lansia, pengembangan produk komersial, adanya bukti ilmiah atas manfaat komponen fungsional pangan, dan berkembangnya teknologi pangan. Namun pemanfaatan pangan fungsional bagi kesejahteraan masyarakat masih terbatas (Suarni 2009).

Asam lemak pada jagung meliputi asam lemak jenuh (palmitat dan stearat) serta asam lemak tidak jenuh, yaitu oleat, linoleat dan pada QPM terkandung linolenat linoleat dan oleat merupakan asam lemak essensial. Lemak jagung terkonsentrasi pada lembaga, sehingga dari sudut pandang gizi dan sifat fungsionalnya mengonsumsi jagung utuh lebih baik daripada jagung yang telah dihilangkan lembaganya. Vitamin A atau karotenoid dan vitamin E terdapat dalam komoditas ini, terutama pada jagung kuning. Selain fungsinya sebagai zat gizi mikro, vitamin tersebut berperan sebagai antioksidan alami yang dapat meningkatkan imunitas tubuh serta menghambat kerusakan degeneratif sel. Jagung Srikandi Kuning mengandung ß-karoten (0,84mg/100g), asam lemak tak jenuh 3,93%, sedangkan Srikandi Putih 3,12%.

## 2.2. Nikstamalisasi

Nikstamalisasi merupakan proses tradisional Meksiko yang terdiri dari pemasakan dan perendaman dalam larutan alkali, yaitu larutan kapur (Ca(OH)2) atau kalsium hiroksida. Larutan kapur dan abu sangat basa, alkalinitas membantu menghilangkan hemiselulosa, komponen utama seperti dinding sel jagung dan mengendurkan lambung dari kernel dan melembutkan jagung. Kalsium hidroksida dalam kapur bertindak sebagai zat pengikat silang untuk protein dan rantai samping asam polisakarida (Carmen, 2015).

Nikstamalisasi adalah proses pengolahan jagung skala kecil dengan potensi besar dari negara Meksiko, yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas nutrisi makanan berbasis jagung. Dengan proses memasak biji jagung dalam larutan kapur, perendaman dan pencucian untuk mendapatkan jagung nikstamal. Saat di hancurkan untuk mendapatkan pasta, tepung atau produk pangan lainnya yang berbentuk jagung nikstamal atau masa jagung itu sendiri. Banyak produk jagung nikstamal yang digunakan sebagai bahan baku produk pangan seperti tepung jagung, keripik jagung (*tortila chips*), mie, biskuit, *crackers*, tempe jagung, dan produk pangan jagung lainnya (Carmen, 2015).



### Gambar 3. Diagram proses nikstamalisasi

Sumber : wikipedia

Teknologi nikstamalisasi ini meningkatkan kualitas jagung dengan berbagai cara. Dari sudut pandang teknologi, memasak dengan larutan kapur Ca(OH)2 menghilangkan *pericarp* dan hidrolisis alkali melepaskan gusi dari *pericarp* dan menghilangkan mikotoksin, meningkatkan sifat reologi adonan (elastisitas, ketahanan terhadap air dan keretakan bahan). Pemasakan dengan suhu 90°C - 95°C mengubah struktur pati kristal, dan perubahan molekul pati selama perendaman penting untuk mengembangkan sifat reologi jagung nikstamal. Intensitas warna, bau dan rasa dipengaruhi oleh larutan kapur Ca(OH)2, dan sifat organoleptik yang diinginkan. Kandungan kalsiumnya meningkat secara signifikan, karena penyerapan kalsium.

Manfaat nikstamalisasi jagung diantaranya mengurangi risiko penyakit pellagra, peningkatan niacin vitamin B3, peningkatan kalsium untuk asupan tubuh, karena sifatnya menyerap kernel jagung selama perendaman, meningkatkan resisten pati dalam proses pencernaan dan mencegah penyakit seperti kanker karena resisten pati sebagai sumber serat makanan, mengurangi mikotoksin di kernel jagung dan mencegah resiko penyakit anemia (Pusat Perbaikan Jagung dan Gandum Internasional (CIMMYT), 2015).

## 2.3. Kalsium Hidroksida Ca(OH)2

Proses nikstamalisasi pada jagung ini dengan perlakuan kimia yaitu dapat dilakukan dengan perendaman dengan menggunakan senyawa alkali kalsium hiroksida Ca(OH)2. Tujuannya adalah untuk untuk melonggarkan jaringan sel dan menggelatinisasi sebagian granula pati sehingga jagung nikstamal akan membentuk pasta yang homogen dan elastis pada saat digiling atau dihancurkan dengan grinder (Moreira et al., 1997; Mendez et al., 2006).

Kalsium hidroksida adalah senyawa kimia dengan rumus kimia Ca(OH)2. Kalsium hidrokida dapat berupa kristal tak berwarna atau bubuk putih. Kalsium hidroksida dihasilkan melalui reaksi kalsium oksida (CaO) dengan air. Senyawa ini juga dapat dihasilkan dalam bentuk endapan melalui pencampuran larutan kalsium klorida (CaCl2) dengan larutan natrium hidroksida (NaOH).Kalsium hidroksida juga dinamakan slaked lime, atau hydrated lime (kapur yang di-airkan). Suspensi partikel halus kalsium hidroksida dalam air disebut juga *milk of lime* (Bahasa Inggris:*milk* = susu, *lime*=kapur). Kalsium hidroksida dihasilkan melalui reaksi kalsium oksida (CaO) dengan air. Kalsium hidroksida berupa bubuk putih (Braddy, 1994).

Larutan Ca(OH)2 disebut air kapur dan merupakan basa dengan kekuatan sedang. Larutan tersebut bereaksi dengan berbagai asam, dan bereaksi dengan banyak logam dengan adanya air. Larutan tersebut menjadi keruh bila dilewatkan karbon dioksida, karena mengendapnya kalsium hidroksida. (Braddy, 1994)

Fungsi larutan Ca(OH)2 kalsium hidroksida banyak digunakan sebagai *flocculant* pada air, pengolahan limbah, serta pengelolaan tanah asam atau mengurangi keasaman pada tanah asam atau tanah pembusukan, bahan alkali untuk menggantikan NaOH, pereaksi kimia, dan menguntungkan pertumbuhan beberapa jenis tanaman.

Kalsium hidroksida Ca(OH)2 adalah suatu senyawa yang bersifat basa kuat dengan pH 12 - 13. Sifat bahan alkali inilah yang banyak memberikan pengaruh pada jaringan, melunakkan sel jaringan. Bentuk terlarut dari bahan ini akan terpecah menjadi ion-ion kalsium dan hidroksil (Castagnola dan Orlay).

Sifat basa kuat dari kalsium hidroksida Ca(OH)2 dan pelepasan ion kalsium akan membuat jaringan yang berkontak menjadi alkalis. Keadaan basa akan menyebabkan resorpsi atau pemecahan jaringan akan terhenti karena asam yang dihasilkan akan dinetralkan oleh kalsium hidroksida Ca(OH)2 (Castagnola dan Orlay).

Pada dasarnya, pembuatan larutan kalsium hidroksida Ca(OH)2 atau sering disebut *hydrated lime*, *slaked lime* umumnya menggunakan proses *slaking* atau mereaksikan kalsium oksida dengan sejumlah air. Sebelum dilakukan proses *slaking*, bahan baku kalsium oksida ditambahkan *liquid surfactant* untuk membantu mereaksikan kalsium oksida dengan air. *Liquid surfactant* merupakan suatu jenis larutan campuran antara alkohol dan air. Fungsi lain dari *liquid surfactant* ini adalah mempertahankan campuran hidrasi dibawah titik didih air (sehingga mencegah atau memperkecil tingkat hidrasi fasa gas, yang mana dapat menghambat pembangunan luas area permukaan). Di dalam penambahannya, penggunaan alkohol dapat memperkecil tegangan permukaan dan membantu mencegah penggumpalan, yang mana dapat menaikkan luas permukaan produk. Sebelum dimasukkan di dalam *hydrator* (jenis reaktor menggunakan air sebagai bahan baku), *slurry* yang telah bercampur dengan *liquid surfactant* dipanaskan terlebih dahulu di *preheater*. *Slurry* yang keluar dari preheater mempunyai suhu keluaran sekitar 60°C - 80°C tergantung pada titik didih alkohol yang digunakan. Kemudian *slurry* dimasukkan kedalam *hydrator* dan secara bersamaan sejumlah air juga ditambahkan. Suhu pada *hydrator* dipertahankan kurang dari suhu titik didih air. Setelah keluar dari *hydrator*, campuran Ca(OH)2 dengan air dan alkohol dipisahkan untuk kemudian dikeringkan pada alat pengering dryer untuk menghilangkan sisa air dan alkohol.

## 2.4. Natrium Hidroksida (NaOH)

Pada proses nikstamalisasi kulit ari jagung ini dengan perlakuan kimia dilakukan juga perendaman dengan menggunakan senyawa alkali natrium hidroksida (NaOH).

Natrium hidroksida (NaOH), dikenal sebagai soda kaustik atau sodium hidroksida, adalah sejenis basa logam kaustik. Natrium Hidroksida terbentuk dari oksida basa Natrium Oksida dilarutkan dalam air. Natrium hidroksida membentuk larutan alkali yang kuat ketika dilarutkan ke dalam air. Digunakan di berbagai macam bidang industri, kebanyakan digunakan sebagai basa dalam proses produksi bubur kayu dan kertas, tekstil, air minum, sabun dan deterjen. Natrium hidroksida adalah basa yang paling umum digunakan dalam laboratorium kimia. (Sugiyarto, 2003)

Natrium hidroksida murni berbentuk putih padat dan tersedia dalam bentuk pelet, serpihan, butiran ataupun larutan jenuh 50% yang biasa disebut larutan *Sorensen*. NaOH bersifat lembab cair dan secara spontan menyerap karbon dioksida dari udara bebas. NaOH sangat larut dalam air dan akan melepaskan panas ketika dilarutkan, karena pada proses pelarutannya dalam air bereaksi secara eksotermis. Larutan natrium hidroksida akan meninggalkan noda kuning pada kain dan kertas. (Sugiyarto, 2003)

## 2.5. Penanganan Pasca Panen Jagung

Penanganan pasca panen merupakan salah satu mata rantai penting dalam usaha tani jagung. Kegiatan panen dan penanganan pasca panen jagung dapat dilihat pada Gambar 4.

Penentuan waktu panen, pemungutan hasil, pengumpulan, pengangkutan

Panen

Klasifikasi dan standarisasi mutu

Pengangkutan

Pengangkutan

Penyimpanan

Pengeringan

Pemipilan

Pelepasan kulit, pemisahan jagung yang baik dan yang rusak

Pengupasan

Angkut tongkol ke tempat pengeringan, dan pemrosesan hasil pengeringan

Memipil tongkol, memisahkan biji dari kotoran, memproses jagung pipilan kering

Menyimpan biji dalam ruang penyimpanan untuk mempertahankan mutu

Pengeringan biji dan pemindahan untuk proses selanjutnya

### Gambar 4. Kegiatan panen dan penanganan pasca panen jagung

Sumber : Chatarina

Proses pascapanen jagung terdiri atas serangkaian kegiatan yang dimulai dari pemetikan dan pengeringan tongkol, pemipilan tongkol, pengemasan biji, dan penyimpanan sebelum dijual ke pedagang pengumpul. Semua proses tersebut apabila tidak tertangani dengan baik akan menurunkan kualitas produk karena berubahnya warna biji akibat terinfeksi cendawan, jagung mengalami pembusukan, tercampur benda asing yang membahayakan kesehatan. Menurut Firmansyah et al. (2007), jagung mempunyai banyak permasalahan pascapanen yang apabila tidak tertangani dengan baik akan menimbulkan kerusakan dan kehilangan. Permasalahan itu antara lain adalah:

1. Susut Kuantitas dan Mutu

Kehilangan hasil jagung pada pascapanen dapat berupa kehilangan kuantitatif dan kualitatif. Kehilangan kuantitatif merupakan susut hasil akibat tertinggal di lapang waktu panen, tercecer saat pengangkutan, atau tidak terpipil. Kehilangan kualitatif merupakan penurunan mutu hasil akibat butir rusak, butir berkecambah, atau biji keriput selama proses pengeringan, pemipilan, pengangkutan atau penyimpanan.

2. Keamanan Pangan

Penundaan penanganan pascapanen jagung berpeluang meningkatkan infeksi cendawan. Penundaan pengeringan paling besar kontribusinya dalam meningkatkan infeksi cendawan Aspergillus flavus yang bias mencapai di atas 50%. Kontaminasi jagung oleh fungi tidak hanya menyebabkan ketidakcocokan untuk konsumsi karena berkurangya nilai gizi, tetapi juga menyebabkan produksi mikotoksin. Cendawan tersebut menghasilkan mikotoksin jenis aflatoksin yang bersifat mutagen dan diduga dapat menyebabkan kanker esofagus pada manusia

(Weibe and Bjeldanes, 1981 dalam Fandohan et al., 2008). Mikotoksin adalah metabolit sekunder beracun yang diproduksi fungi pada produk makanan pokok.

3. Ketersediaan Sarana Prosesing

Permasalahan lain dalam penanganan pascapanen jagung di tingkat petani adalah tidak tersedianya sarana prosesing yang memadai, padahal petani umumnya

memanen jagung pada musim hujan dengan kadar air biji di atas 35%. Oleh karena itu, diperlukan inovasi teknologi prosesing yang tepat, baik dari segi peralatan maupun sosial dan ekonomi. Menurut Fandohan et al.(2008), infeksi jagung umumnya dipengaruhi oleh banyak faktor termasuk kondisi lingkungan (iklim, suhu, kelembaban), serangga, dan penanganan pra dan pasca panen.

Pengaruh faktor abiotik terhadap infeksi jagung meliputi :

1. Faktor lingkungan

Kondisi iklim berdampak pada keberadaan jamur pada jagung segar yang baru dipanen di wilayah berbeda. Tekanan fisiologis selama periode sebelum panen dikarenakan osilasi drastis curah hujan dan kelembaban nisbi, menyebabkan kondisi yang menguntungkan bagi produksi jamur.

2. Cara penanaman

Penanaman yg terlambat dengan pemanenan pada kondisi basah mengakibatkan penyakit yg disebabkan oleh F. *Verticilloides* meningkat. Penanaman jagung yang berulang dan tanaman sereal lain pada lahan yang sama atau berdekatan menyebabkan infeksi fungi dengan meningkatkan inokulum fungi dan populasi serangga yang menyerang jagung.

3. Karakteristik jagung

Jenis jagung dan sifat bulirnya seperti warna, tipe endosperma, komposisi kimia dan tingkat pertumbuhan dapat mempengaruhi infeksi jamur dan produksi fumonisin. Diperkirakan jenis jagung dengan tongkol tegak, kulit ari rapat, perikarp yang tipis, dan kecenderungan biji membelah yang semakin tinggi menyebabkan mudahnya infeksi fusarium. Varietas kulit ari yang rapat memudahkan infeksi dikarenakan pengeringannya lambat.

4. Penanganan pasca panen

Penanganan dan pengolahan pasca panen (sortasi, pencucian, penyosohan,

penggilingan, fermentasi, pemasakan) mempengaruhi infeksi fungi dan produksi fumonisin pada jagung. Kerusakan mekanis selama dan sesudah panen menyebabkan masuknya spora fungi pada tongkol atau biji. Penghilangan toksin secara lebih signifikan (86%) dapat dilakukan jika garam ditambahkan dalam air. Sortasi dan pembuangan bulir yg kecil, pecah dan terkontaminasi secara visual dapat mengurangi jumlah toksin. Merendam jagung dalam air juga dapat mengurangi fumonisin namun fermentasi jagung tampaknya tidak dapat mengurangi jumlah fumonisin. Melalui penggilingan basah terhadap jagung yang terkontaminasi fumonisin, distribusi toksin pada fraksi berbeda sebab sangat sedikit atau tidak ada fumonisin pada fraksi pati, namun terdeteksi pada serat, kulit, dan fraksi air rendaman. Makanan berbasis jagung dari fraksi pati memiliki jumlah fumonisin lebih sedikit dibandingkan fraksi lainnya. Pada penggilingan kering, jumlah fumonisin lebih sedikit pada grits dan lebih banyak pada kulit, dedak dan rajangannya. Jumlah fumonisin berkurang sebanding dengan kenaikan tingkat pemurnian pada penggilingan jagung. Hal yang mempengaruhi untuk mengurangi jumlah fumonisin pada jagung bergantung pada banyak faktor termasuk kandungan air, tingkat kontaminasi dan distribusi toksin pada produk, dan keberadaan bahan tambahan makanan.

Pengaruh faktor biotik terhadap infeksi jagung antara lain adalah :

1. Serangga

Serangga berperan penting pada infeksi jagung oleh fusarium. Serangga berperan sebagai hewan perusak atau vector yg menyebarkan fungi dari inokulum asli ke tanaman. Luka yang disebabkan serangga menyebabkan fungi dapat masuk melalui kulit dan menginfeksi bagian dalam biji. Serangga penghancur dari keluarga *nitidulidae* merupakan penyebab utama infeksi oleh *fusarium*.

2. Interaksi fungi

Interaksi diantara fungi pada jagung juga menjadi faktor penting yang mempengaruhi infeksi fungi dan menyebabkan produksi mikotoksin. Bulir jagung panenan di wilayah tropis mengandung miselium dan spora di beberapa spesies fungi termasuk fusarium, aspergillus dan penisilium yang saling bersinggungan, tumbuh, dan berkompetisi untuk makanan jika kondisi menguntungkan.

# 

# III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai : (3.1) Bahan dan Alat, (3.2) Metode Penelitian, dan (3.3) Prosedur Penelitian.

## 3.1. Bahan dan Alat

### 3.1.1. Bahan

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah jagung varietas terpilih yang telah di pipil yang diperoleh dari Kebun Jagung di daerah Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat.

Bahan kimia yang digunakan untuk analisa kimia dalam penelitian ini di antaranya adalah, Ca(OH)2, NaOH, etanol, NaOH 0,1 N, amonium oksalat jenuh,CH3COOH, KMnO4, C2H2O4, H2SO4 6 N, CHCl3, alkohol 70%, larutan *Luff schoorl*, KIO3, KI padat, Na2S2O3 0,1 N, amilum, HCl 9,5 N, dan *aquadest*.

### 3.1.2. Alat

Alat - alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah pisau *stainless steel*, baskom, talenan*,* termometer, neraca digital, dan panci.

Alat yang di gunakan untuk analisis kimia adalah botol timbang, cawan porselen, spatula, eksikator dengan merek *Pyrex*, timbangan digital dengan merek *Ohaus*, labu ukur 100 mL, oven, kondensor dengan merek *Pyrex*, corong dengan merk *Pyrex*, labu dasar bundar dengan merk *Pyrex*, destilator dengan merk *Pyrex*, labu takar 100 ml dengan merek *Pyrex*, pipet 10 ml dengan merek *Pyrex*, dan Erlenmeyer 250 ml dengan merek *Pyrex*, buret dengan merek *Pyrex*, Statif dan Klem.

## Metode Penelitian

Metode Penelitian yang dilakukan terdiri dari dua tahap, yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama.

* 1. **Penelitian Pendahuluan**

Penelitian pendahuluan yang dilakukan yaitu melakukan proses nikstamalisasi jagung dengan menggunakan jenis larutan alkali yang berbeda untuk dilakukan proses nikstamalisasi kulit ari jagung dengan indikator pengupasan kulit ari jagung secara kuantitatif yaitu rendemen dan kadar serat tertinggi sehingga diperoleh jenis larutan alkali terpilih. Jenis larutan alkali terpilih akan digunakan pada penelitian utama dengan pengujian secara kimia sehingga diperoleh jagung nikstamal yang terpilih.

* 1. **Penelitian Utama**

Penelitian utama yang akan dilakukan merupakan kelanjutan dari penelitian pendahuluan. Pada penelitian ini perlakuan yang akan dilakukan adalah konsentrasi larutan alkali yang berbeda, dan lama perendaman pada proses nikstamalisasi kulit ari jagung.

Rancangan yang dilakukan meliputi rancangan perlakuan, rancangan percobaan, rancangan analisis, dan rancangan respon.

### 3.2.1. Rancangan Perlakuan

Dari uraian tujuan percobaan maka dapat dibuat rancangan perlakuan yaitu perlakuan terdiri dari 2 faktor, yaitu konsentrasi larutan alkali (B) yang terdiri dari tiga taraf dan lama perendaman (D) yang terdiri dari tiga taraf, terhadap karakteristik jagung nikstamalisasi.

1. Konsentrasi larutan alkali (B), terdiri dari 3 taraf, yaitu:

b1 = larutan Ca(OH)2 3%

b2 = larutan Ca(OH)2 5%

b3 = larutan Ca(OH)2 7%

1. Lama perendaman (D) terdiri dari 3 taraf yaitu:

d1 = 18 jam

d2 = 24 jam

d3 = 30 jam

### 3.2.2. Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak kelompok (RAK) dengan pola faktorial 3 x 3 dan ulangan sebanyak tiga kali untuk setiap kombinasi perlakuan sehingga diperoleh plot percobaan sebanyak 27 plot percobaan. Model rancangan yang akan digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.

### **Tabel 3. Rancangan Faktorial 3 x 3 dalam Rancangan Acak** **Kelompok**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Konsentrasi Larutan Alkali (B)** | **Lama Perendaman (D)** | **Kelompok Ulangan** | | |
| **1** | **2** | **3** |
| larutan Ca(OH)2 3% (b1) | 18 jam (d1) | b1d1 | b1d1 | b1d1 |
| 24 jam (d2) | b1d2 | b1d2 | b1d2 |
| 30 jam (d3) | b1d3 | b1d3 | b1d3 |
| larutan Ca(OH)2 5% (b2) | 18 jam (d1) | b2d1 | b2d1 | b2d1 |
| 24 jam (d2) | b2d2 | b2d2 | b2d2 |
| 30 jam (d3) | b2d3 | b2d3 | b2d3 |
| larutan Ca(OH)2 7% (b3) | 18 jam (d1) | b3d1 | b3d1 | b3d1 |
| 24 jam (d2) | b3d2 | b3d2 | b3d2 |
| 30 jam (d3) | b3d3 | b3d3 | b3d3 |

Sumber : Gasperz (1995)

Berdasarkan rancangan diatas dapat dibuat denah (*lay out*) percobaan faktorial 3 x3 dengan 3 kali ulangan sebagai berikut :

**Denah (*Layout*) Rancangan Acak Kelompok (RAK) 3 x 3**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Kelompok Ulangan I | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| b2d3 | b1d3 | b3d2 | b2d2 | b3d3 | b1d2 | b2d1 | b3d1 | b1d1 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Kelompok Ulangan II | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| b3d3 | b1d1 | b1d3 | b2d3 | b1d2 | b3d2 | b2d1 | b2d2 | b3d1 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Kelompok Ulangan III | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| b1d3 | b2d3 | b3d2 | b1d1 | b3d3 | b2d2 | b2d1 | b1d2 | b3d1 |

(Sumber : Garspersz, 2006).

Untuk membuktikan adanya perbedaan pengaruh perlakuan dan interaksinya terhadap semua respon variabel yang diamati, maka dilakukan analisis data dengan menggunakan persamaan rancangan percobaan sebagai berikut:

**Yijk = μ + K+ Bi + Dj + (BD)ij + ε(ij)**

Dimana:

i = Banyaknya variasi konsentrasi larutan (b1,b2, b3)

j = Banyaknya variasi lama perendaman (d1,d2,d3)

K = 1,2,3, untuk ulangan percobaan

Yijk = Nilai pengamatan dari kelompok ke-k yang memperoleh taraf ke-i dari faktor konsentrasi larutan, taraf ke-j dari faktor lama perendaman dan ulangan ke-k

μ = Nilai rata-rata sesungguhnya

Bi = Pengaruh perlakuan konsentrasi larutan pada taraf ke-i faktor lama perendaman.

Dj = Pengaruh perlakuan konsentrasi larutan pada taraf ke-j faktor lama perendaman.

(BD)ij = Pengaruh interaksi antara taraf ke-i faktor konsentrasi larutan dan taraf ke-j lama perendaman.

ε(ij) = Pengaruh unit eksperimen pada kelompok ke-k yang memperoleh taraf ke-i dari faktor konsentrasi larutan (b) dan taraf ke-j dari faktor lama perendaman (d)

### **3.2.3. Rancangan Analisis**

Dengan menggunakan data pada rancangan percobaan dapat dibuat tabel analisis varians (ANAVA), selanjutnya ditentukan daerah penolakan hipotesis, yaitu :

1. Ho ditolak, jika F hitung < F tabel pada taraf 5 %, apabila jenis larutan dan waktu perendaman tidak berpengaruh terhadap karakteristik jagung nikstamalisasi, sehingga tidak perlu dilakukan uji lanjut.
2. Ho diterima, jika F hitung ≥ F tabel pada taraf 5%, apabila jenis larutan dan waktu perendaman berpengaruh terhadap karakteristik jagung nikstamalisasi, sehingga perlu dilakukan uji lanjut untuk mengetahui sejauh mana perbedaan dari masing-masing perlakuan dengen menggunakan uji Beda Nyata Terkecil atau Uji Lanjut LSD (*Least Significant Difference*) pada taraf 5% untuk menguji perbedaan diantara semua perlakuan (Gaspersz, 1995).

### **Tabel 4. Analisis Variasi**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Sumber keragaman | Derajat bebas | Jumlah kuadrat | Kuadrat tengah | F hitung | F tabel 5% |
| Kelompok | r-1 | JKK |  |  |  |
| Perlakuan | bd-1 | JKP |  |  |  |
| B | b-1 | JK(B) | KT(B) | KT(B)/KTG | 3.63 |
| D | d-1 | JK(D) | KT(D) | KT(D)/KTG | 3.63 |
| BD | (b-1)(d-1) | JK(BD) | KT(BD) | KT(BD)/KTG | 3.01 |
| Galat | (bd) (r-1) | JKG | KTG |  |  |
| Total | bdr-1 | JKT |  |  |  |

Sumber: Gaspersz (1995)

Keterangan:  
r = replikasi (ulangan)

t = perlakuan

B = konsentrasi larutan

D = lama perendaman

DB = derajat bebas

JK = jumlah kuadrat

KT = kuadrat tengah

### **Tabel 5. Uji Lanjut Duncan taraf 5% (LSR Test)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **SSR** | **LSR** | **Rata-rata** | **Perlakuan** | | | | | | | | **Taraf Nyata** |
| **5 %** | **5%** | **Perlakuan** | **1** |  | **2** |  | **3** |  | **4** |  | **5%** |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

 LSR = SSR x Sy

Sumber : Gasperz (1995)

Sebagai kesimpulan hipotesis, diterima jika ada beda nyata antara rata-rata dari masing-masing perlakuan atau disebut berbeda nyata. Bila hipotesis ditolak jika tidak ada beda nyata antara rata-rata dari masing-masing perlakuan (Gaspersz, 1995).

### **3.2.4. Rancangan Respon**

Rancangan respon untuk penelitian ini adalah respon fisika dan respon kimia dengan beberapa variabel yang diamati sebagai berikut :

3.2.4.1. Respon fisika meliputi:

* + - 1. Analisa zat warna dengan menggunakan alat *Digital Colorimeter*.
      2. Analisa tekstur kekerasan dengan mengunakan instrumen *Pnetrometer Hardness*.
      3. Perhitungan rendemen jagung nikstamalisasi.

3.2.4.2. Respon kimia meliputi:

1. Pengecekan pH pada produk jagung nikstamalisasi dengan menggunakan alat pH meter.

1. Analisa kadar serat total dengan metode Gravimetri (Sudarmadji, 1989).
2. Analisa kadar pati dengan metode *Luff Schrool* (AOAC, 1995).

## Prosedur Penelitian

Penelitian dalam proses nikstamalisasi kulit ari jagung ini dilakukan dengan beberapa tahap. Tahap pelaksanaan penelitian dan cara kerja penelitian dilakukan dalam 2 tahap, yaitu tahap penelitian pendahuluan dan tahap penelitian utama.

### **3.3.1. Prosedur Penelitian Pendahuluan**

Prosedur penelitian pendahuluan proses nikstamalisasi kulit ari jagung dengan menentukan jenis larutan yang digunakan dengan indikator yaitu rendemen kulit ari jagung terbanyak dan kadar serat kulit ari jagung tertinggi, yang akan dilakukan di dalam penelitian pendahuluan ini adalah sebagai berikut :

Sortasi

Pada tahap ini dilakukan sortasi yang bertujuan untuk memilih jagung yang baik dan tidak rusak dengan varietas jagung lokal yang telah dipipil dalam keadaan utuh dan tidak rusak.

Pencucian

Proses pencucian ini bertujuan untuk menghilangkan kontaminan yang masih tertinggal pada jagung terutama kontaminan fisik seperti serambut, daun, batu, dan pasir. Proses pencucian menggunakan baskom besar, kemudian setelah proses pencucian selesai dilakukan penirisan agar air yang terdapat dalam jagung berkurang.

1. Penirisan I

Penirisan I bertujuan untuk membuang air kotor, atau air yang masih tertinggal di jagung.

1. Perebusan

Perebusan bertujuan untuk melunakan biji jagung, menghilangkan mikroba koliform yang masih terbawa, dan membuat jagung menyerap larutan alkali pada suhu 85 - 90oC selama 5 menit. Larutan alkali yang digunakan pada perebusan ini adalah Ca(OH)2.

1. Perendaman

Perendaman ini bertujuan untuk melunakan biji jagung dengan air bersih untuk mencegah bakteri pembusuk, untuk memberi kesempatan biji jagung menyerap air, peningkatan niacin vitamin B3 untuk peningkatan asupan jagung, karena sifatnya menyerap kernel jagung selama perendaman sehingga mengurangi mikotoksin di kernel jagung dengan larutan alkali selama 24 jam dengan suhu 25°C - 27°C.

1. Penirisan II

Penirisan II bertujuan untuk mengurangi kandungan air dalam biji, mengeringkan permukaan biji dan menghilangkan semua larutan yang ada di biji jagung.

1. Pencucian II

Pencucian II bertujuan untuk menghilangkan semua larutan alkali yang ada di biji dan menghilangkan semua kontaminan yang ada baik secara fisik, kimia dan mikrobiologi.

1. Pengupasan

Proses ini bertujuan untuk memisahkan antara lembaga atau kulit ari pada jagung dan biji jagung dengan cara manual atau mengunakan tangan.

10. Pengemasan

Pengemasan yang digunakan mengunakan plastik *PP*, pengemasan digunakan untuk mempertahankan kedaaan jagung nikstamal agar tetap bersih dan higienis.

1. Pengamatan

Pada penelitian pendahuluan ini respon yang diamati adalah respon kimia yaitu dengan rendemen dan uji serat dengan metode *Somogy-Nelson* dimana jumlah serat yang paling banyak dan rendemen terbanyak akan menentukan jenis larutan yang akan digunakan pada proses nikstamalisasi.

### **3.3.2. Prosedur Penelitian Utama**

Prosedur proses nikstamalisasi kulit ari jagung dengan menggunakan jagung yang telah dipipil ini adalah sebagai berikut :

* + - 1. Sortasi

Pada tahap ini dilakukan sortasi yang bertujuan untuk memilih jagung yang baik dan tidak rusak dengan varietas jagung terpilih yang telah dipipil dalam keadaan utuh dan tidak rusak.

* + - 1. Pencucian

Proses pencucian ini bertujuan untuk menghilangkan kontaminan yang masih tertinggal pada jagung terutama kontaminan fisik seperti serambut, daun, batu, dan pasir. Proses pencucian menggunakan baskom besar, kemudian setelah proses pencucian selesai dilakukan penirisan agar air yang terdapat dalam jagung berkurang.

* + - 1. Penirisan I

Penirisan I bertujuan untuk membuang air kotor, atau air yang masih tertinggal di jagung.

* + - 1. Perebusan

Perebusan bertujuan untuk melunakan biji jagung, menghilangkan mikroba koliform yang masih terbawa, dan membuat jagung menyerap larutan alkali pada suhu 85 - 90oC selama 5 menit.

* + - 1. Perendaman

Perendaman ini bertujuan untuk melunakan biji jagung dengan air bersih untuk mencegah bakteri pembusuk, untuk memberi kesempatan biji jagung menyerap air, peningkatan niacin vitamin B3 untuk peningkatan asupan jagung, karena sifatnya menyerap kernel jagung selama perendaman sehingga mengurangi mikotoksin di kernel jagung dengan larutan alkali selama 24 jam dengan suhu 25°C - 27°C.

* + - 1. Penirisan II

Penirisan II bertujuan untuk mengurangi kandungan air dalam biji, mengeringkan permukaan biji dan menghilangkan semua larutan yang ada di biji jagung.

* + - 1. Pencucian II

Pencucian II bertujuan untuk menghilangkan semua larutan alkali yang ada di biji dan menghilangkan semua kontaminan yang ada baik secara fisik, kimia dan mikrobiologi.

* + - 1. Pengupasan

Proses ini bertujuan untuk memisahkan antara lembaga atau kulit ari pada jagung dan biji jagung dengan cara manual atau mengunakan tangan.

* + - 1. Pengemasan

Pengemasan yang digunakan mengunakan plastik *PP*, pengemasan digunakan untuk mempertahankan kedaaan jagung nikstamal agar tetap bersih dan higienis.

* + - 1. Pengamatan

Pada penelitian pendahuluan ini respon yang diamati adalah respon fisik berupa analisis zat warna, tekstur kekerasan dan rendemen dan respon kimia yaitu pengecekan pH, kandungan serat, dan kandungan pati.

|  |
| --- |
| Pengamatan  Pengemasan  Pengupasan  Pencucian II  Penirisan II  Perendaman  T = 25-27oC  t = 24 jam  Perebusan  T = 85-90oC  t = 20 menit  Penirisan I  Sortasi  Pencucian |

Gambar 5. Diagram Alir Pendahuluan Penentuan Jenis Larutan Alkali

|  |
| --- |
| Perendaman  T = 25-27oC  t = 18, 24, 30 jam  Pengemasan  Pengupasan  Pencucian II  Penirisan II  Perebusan  T = 85-90oC  t = 20 menit  Penirisan I  Sortasi  Pencucian |

### Gambar 6. Diagram Alir Penelitian Utama Proses Nikstamalisasi Jagung

# 

# IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan mengenai : (4.1) Penelitian Pendahuluan, (4.2) Penelitian Utama dan (4.3) Penentuan Sampel Terpilih.

## 4.1. Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan proses nikstamalisasi kulit ari jagung dengan menentukan jenis larutan alkali yang digunakan untuk proses nikstamalisasi kulit ari jagung.

### **4.1.1. Penentuan Jenis Larutan Alkali**

Penelitian pendahuluan yang dilakukan pada proses nikstamalisasi kulit ari jagung adalah dengan cara menentukan jenis larutan alkali yaitu NaOH (Natrium Hidroksida) dan Ca(OH)2 (Kalsium Hidroksida) dengan respon fisik rendemen kulit ari jagung terbanyak dan respon kimia kadar serat kasar jagung terendah.

Rendemen adalah presentase produk yang didapatkan dari menbandingkan berat awal bahan dengan berat akhirnya. Sehingga dapat di ketahui kehilangan beratnya proses pengolahan. Rendemen didapatkan dengan cara menghitung dan menimbang berat akhir bahan yang dihasilkan dari proses dibandingkan dengan berat bahan awal sebelum mengalami proses. (Isaac, 2007)

Menurut Deman (1997) dan Muchtadi dkk. (1992) serat dibedakan menjadi dua macam yaitu serat kasar (*crude fiber*), yang tersusun dari selulosa dan lignin, dan serat pangan (*dietary fiber*), yang tersusun dari selulosa, hemiselulosa, lignin, pentosan, pektin, dan komponen lain dalam jumlah sedikit seperti gugus fenolik, asam fitat, khitin, gum, dan *mucilage*.

Penelitian pendahuluan bertujuan untuk mengetahui rendemen kulit ari jagung terbanyak dan respon kimia kadar serat kasar jagung tertinggi dimana hasilnya dapat dilihat pada Tabel 6, dimana hasilnya dapat dilihat pada lampiran 7 dan lampiran 8.

### **Tabel 6. Hasil Analisis Bahan Baku Jagung**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Bahan Baku | Hasil Analisis | |
| Rendemen (%) | Kadar Serat (%) |
| Jagung (NaOH) | 80,70 | 0,74 |
| Jagung (Ca(OH)2 | 70,70 | 1,73 |

Berdasarkan hasil analisis bahan baku dengan sampel jagung, didapatkan hasil bahwa analisis kadar serat sebesar 1,73% untuk jagung pemasakan dengan larutan alkali Ca(OH)2, dan kadar serat sebesar 0,74% untuk jagung pemasakan dengan larutan alkali Na(OH) serta rendemen sebesar 70,70% untuk jagung pemasakan dengan larutan alkali Ca(OH)2 dan rendemen sebesar 80,70% untuk jagung pemasakan dengan larutan alkali Na(OH).

Hal ini dapat disimpulkan bahwa jagung nikstamalisasi yang dimasak dengan larutan alkali Ca(OH)2 kadar seratnya 1,73%, kadarnya lebih tinggi dibandingkan dengan jagung nikstamalisasi yang dimasak dengan larutan alkali Na(OH), sehingga dipilih larutan alkali Ca(OH)2. Serta rendemen yang lebih rendah adalah jagung yang dimasak dengan larutan alkali Ca(OH)2 yang menandakan bahwa kulit ari jagung lebih banyak terkelupas dibanding dengan larutan alkali Na(OH).

## 4.2. Penelitian Utama

Respon penelitian utama produk jagung nikstamalisasi ini adalah respon fisik yang meliputi analisa zat warna, analisa tekstur kekerasan dan rendemen. Dan respon kimia yang meliputi analisis pH, analisis kadar serat, dan analisis kadar pati.

### **4.2.1. Analisa Fisik**

#### **4.2.1.1 Analisa Zat Warna**

Penentuan mutu bahan pangan pada umumnya tergantung pada beberapa faktor diantaranya adalah cita rasa, tekstur, nilai gizi, serta sifat mikrobiologis. Tetapi terdapat beberapa faktor lain yang perlu dipertimbangkan secara visual misalnya warna akan tampil lebih dahulu dan terkadang akan sangat menentukan mutu bahan pangan. Zat warna makanan merupakan penentu nilai gizi suatu bahan makanan. Selain sebagai faktor yang ikut menentukan mutu, warna juga dapat digunakan sebagai indikator kesegaran atau kematangan. Baik tidaknya pengolahan dapat ditandai dengan adanya warna yang seragam dan merata (Trinita, 2014).

*Colorimeter* merupakan sebuah alat yang digunakan untuk mengukur warna. Alat ini sensitif terhadap cahaya yang diukur dan berapa banyak warna yang diserap oleh sebuah benda ataupun zat. Alat ini menentukan warna berdasarkan komponen merah, biru, dan hijau dari cahaya yang diserap oleh objek atau sampel.



### Gambar 7. Alat *Portable Colorimeter Digital*

Sumber : wikipedia

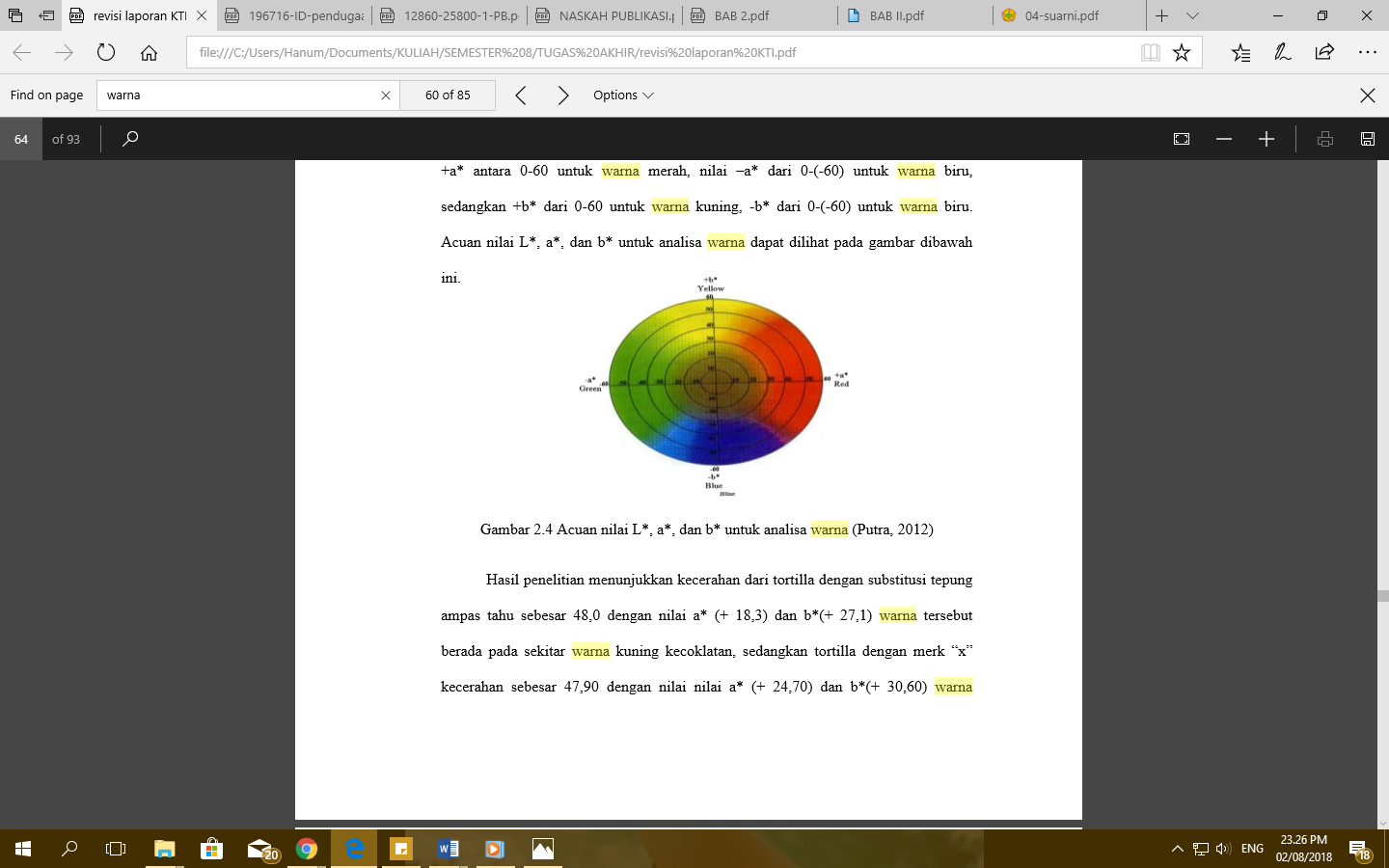
Ketika cahaya melewati sebuah benda, maka sebagian dari cahaya diserap, sehingga terjadi penurunan pada banyaknya cahaya yang dipantulkan oleh medium. *Colorimeter* akan berubah sehingga pengguna dapat menganalisis konsentrasi zat warna tertentu dalam medium tersebut. Perangkat ini bekerja atas dasar Hukum Beer-Lambert, yang menyatakan bahwa penyerapan cahaya yang ditransmisikan melalui medium berbanding lurus dengan konsentrasi medium.

Ditetapkan oleh Komisi Internationale de l’Eclairage (CIE), ruang warna L\* a\* b\* dimodelkan setelah teori warna lainnya yang menyatakan bahwa dua warna berbeda seperti merah dan hijau pada waktu yang sama atau kuning dan biru pada saat yang sama waktu.

Notasi L\* : menunjukkan warna akromatik putih, abu – abu dan hitam dengan nilai 0 (hitam) sampai 100 (putih) atau menunjukkan *lightness* (terang).

Notasi a\* : menunjukkan warna kromatik dengan nilai 0 sampai 100 untuk warna merah, dan nilai – 80 sampai 0 untuk warna hijau.

Notasi b\* : menunjukkan warna kromatik dengan nilai 0 sampai 70 untuk warna kuning, dan nilai – 70 sampai 0 untuk warna biru.



### Gambar 8. Acuan nilai L\*, a\* dan b\* untuk analisa warna

Sumber : wikipedia

Dari hasil perhitungan ANAVA pada Tabel 7 lampiran 9 dapat dinyatakan bahwa konsentrasi larutan alkali, lama perendaman serta interaksinya berpengaruh terhadap warna jagung nikstamalisasi.

### **Tabel 7. Pengaruh Interaksi antara konsentrasi larutan alkali (B) dan lama perendaman (D) terhadap zat warna**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| KONSENTRASI LARUTAN ALKALI Ca(OH)2 | LAMA PERENDAMAN | | |
| 18 Jam (d1) | 24 Jam (d2) | 30 Jam (d3) |
| (Nilai Rataan ± Standar Deviasi) | | | |
| 3% (b1) | A | A | A |
| 24.630±0,941 | 26.023±2,900 | 28.407±0,933 |
| a | a | b |
| 5% (b2) | C | B | C |
| 32.583±2,900 | 35.000±3,236 | 43.147±0,386 |
| a | b | c |
| 7% (b3) | B | C | B |
| 28.250±0,995 | 32.360±2,963 | 33.540±1,241 |
| a | b | b |

Keterangan : Huruf kecil dibaca arah horizontal dan huruf besar dibaca arah vertikal. Huruf yang berbeda menyatakan perbedaan yang nyata pada taraf 5% uji lanjut *Duncan*. Menggunakan 9 perlakuan dan 3 ulangan pengujian. a, b, c menandakan masing – masing produk berbeda setelah data diolah menggunakan SPSS, yang artinya memiliki nilai zat warna yang berbeda nyata.

Berdasarkan Tabel 8 dapat disimpulkan bahwa semakin lama perendaman maka semakin tinggi nilai zat warna b\* dan pada konsentrasi larutan alkali 3%, konsentrasi larutan alkali 5% dan konsentrasi larutan alkali 7% terjadi perbedaan nilai zat warna yaitu konsentrasi larutan alkali 3%, dan konsentrasi larutan alkali 7% lebih rendah dibandingkan dengan konsentrasi larutan alkali 5%, hal ini disebabkan karena karoten (pigmen di dalam jagung) memiliki sifat hidrofobik sehingga sulit larut di dalam air namun larut di pelarut non polar. Sebaliknya, keberadaan gugus hidroksil di xantofil menyebabkannya dapat larut di pelarut polar. (Nugraheni, 2014)

Semakin lama perendaman semakin membuat warna jagung lebih cerah dan hasil analisis zat warna kuantitatifnya pun semakin tinggi, tetapi konsentrasi larutan alkali Ca(OH)2 yang semakin tinggi membuat warna jagung tidak cerah.

Hal ini sesuai dengan Yusefta (2017), uji korelasi yang menunjukkan adanya hubungan yang sangat kuat dan bersifat searah antara kandungan karatenoid dan nilai warna b\*.

Karatenoid umumnya terdapat pada biji jagung kuning, sedangkan jagung putih mengandung karatenoid sangat sedikit bahkan tidak ada. Biji tua jagung mengandung sangat sedikit asam askorbat (Vitamin C), dan piridoksin (Vitamin B6) (Suarni dan Widowati, 2007).

Secara umum karotenoid mempunyai sifat fisik dan kimia, diantaranya larut dalam lemak, tidak larut dalam air, larut dalam aseton, alkohol, heksan, toluen, kloroform, petroleum eter, metanol, etanol, sensitif terhadap oksidasi, stabil terhadap panas di dalam udara bebas oksigen, dan mempunyai spektrum serapan yang spesifik pada panjang gelombang diperkirakan antara 450 – 500 nm karena mempunyai kisaran warna dari kuning sampai merah. (Erawati, 2006)

Stabilitas β-karoten sebagaimana karotenoid lain di alam, sebagian besar berupa hidrokarbon yang larut dalam lemak, serta berikatan dengan senyawa yang strukturnya menyerupai lemak. Adanya struktur ikatan rangkap pada molekul β-karoten (11 ikatan rangkap pada 1 molekul β-karoten) menyebabkan bahan ini mudah teroksidasi ketika terkena udara. Oksidasi karotenoid akan lebih cepat dengan adanya sinar dan katalis logam, khususnya tembaga, besi dan mangan. Oksidasi dapat terjadi secara acak pada rantai karbon yang mengandung ikatan ganda sehingga terjadi perubahan warna. (Erawati, 2006).

Menurut Apriantini (2009), perbandingan nilai b dapat menunjukkan warna bahan pangan secara umum, jika b bernilai positif maka bahan tersebut berwarna orange atau merah. Semakin tinggi nilai b menunjukkan warna bahan semakin merah, sehingga berdasarkan perbandingan nilai b pada minggu ke-0 wortel organik mempunyai warna lebih merah walaupun tidak menunjukkan perbedaan yang nyata.

Menurut Dyah (2015), pH karotenoid bersifat antara asam hingga basa dimana kestabilan pH akan berpengaruh pada warna yang dihasilkan oleh karotenoid, sedangkan pH labu kuning berkisar antara 5,4 – 6,4.

Terdapat 6 tipe utama biji jagung antara lain *dent corn*, *flint corn*, *flour corn*, *sweet corn*, *pop corn* dan *pod corn*. Perbedaan utama dari masing-masing jenis ini berdasarkan kualitas, kuantitas dan susunan komposisi endospermnya. Masing-masing tipe bervariasi dalam hal warna perikarpnya, yang paling umum adalah kuning dan yang lainnya warna putih, merah atau biru. Warna biji jagung tertentu dapat menghasilkan produk-produk khas tertentu seperti *blue corn flour* atau *blue tortilla chip* atau *red tortilla chip*. (Johnson 2000).

#### **4.2.1.2 Analisa Tekstur Kekerasan**

Tekstur merupakan merupakan sifat yang sangat penting, baik dalam makanan segar maupun hasil olahan. Tekstur dan konsistensi bahan akan mempengaruhi cita rasa suatu bahan. Perubahan tekstur dan viskositas bahan dapat mengubah rasa dan bau yang timbul, karena dapat mempengaruhi kecepatan timbulnya rasa terhadap sel reseptor alfaktori dan kelenjar air liur. Semakin kental suatu bahan penerimaan terhadap intensitas rasa, bau dan rasa semakin berkurang (Sofiah dan Achyar, 2008).



### Gambar 9. Alat Tekstur Kekerasan *Pnetrometer* Universal

Sumber : wikipedia

### **Tabel 8. Hasil Analisis Tekstur Kekerasan**

|  |  |
| --- | --- |
| Bahan Baku | Hasil Analisis |
| Penetrasi (mm/gram detik) |
| Jagung sebelum nikstamalisasi | 0,0035 |
| Jagung nikstamalisasi | 0,0052 |

Pnetrometer merupakan alat yang dipergunakan untuk mengukur tingkat kekerasan atau tekstur suatu bahan dengan prinsip mengukur kedalam masuknya jarum penusuk. Oleh karenanya pnetrometer dilengkapi dengan jarum penusuk dan

penyangga beban maka kedalaman tusukan semakin pendek semakin keras demikian sebaliknya semakin dalam jarum masuk ke dalam bahan semakin lunak bahannya.

Berdasarkan Tabel 8 lampiran 10 dapat disimpulkan bahwa jagung sebelum nikstamalisasi memiliki tekstur kekerasan dengan penetrasi 0,0035 mm/gram detik dan jagung nikstamalisasi memiliki tekstur kekerasan dengan penetrasi 0,0052 mm/gram detik hal ini sesuai dengan prinsip kerja pnetrometer dengan jarum penusuk dan penyangga beban maka kedalaman tusukan semakin pendek semakin keras demikian sebaliknya semakin dalam jarum masuk ke dalam bahan semakin lunak bahannya. Hal ini menandakan jagung sebelum nikstamalisasi memiliki tekstur lebih keras dibanding jagung nikstamalisasi.

Pada prinsipnya, semakin lunak tekstur, semakin tinggi kandungan amilopektin, semakin pulen dan enak rasa jagung. Komposisi tersebut juga berpengaruh terhadap sifat amilografinya. (Suarni, 2011)

Amilopektin merupakan polisakarida bercabang, dengan ikatan glikosidik α-1,4 pada rantai lurusnya dan ikatan α-1,6 pada percabangannya. Komposisi amilosa dan amilopektin di dalam biji jagung terkontrol secara genetik dan berpengaruh terhadap sifat sensoris jagung, terutama tekstur dan rasa. (Suarni, 2011)

Kandungan zat gizi utama di dalam jagung adalah pati 72-73%, dengan rasio amilosa: amilopektin berkisar antara 25-30% : 70-75%, namun jagung ketan (*waxy maize*) memiliki kadar amilopektin yang dapat mencapai 100%. Kandungan gula sederhana (glukosa, fruktosa, dan sukrosa) berkisar antara 1 - 3%. (Suarni, 2011)

#### **4.2.1.3 Rendemen**

Rendemen adalah presentase produk yang didapatkan dari menbandingkan berat awal bahan dengan berat akhirnya. Sehingga dapat di ketahui kehilangan beratnya proses pengolahan. Rendemen didapatkan dengan cara menghitung dan menimbang berat akhir bahan yang dihasilkan dari proses dibandingkan dengan berat bahan awal sebelum mengalami proses. (Isaac, 2007)

### **Tabel 9. Pengaruh Interaksi antara konsentrasi larutan alkali (B) dan lama perendaman (D) terhadap rendemen**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| KONSENTRASI LARUTAN ALKALI Ca(OH)2 | LAMA PERENDAMAN | | |
| 18 Jam (d1) | 24 Jam (d2) | 30 Jam(d3) |
| (Nilai Rataan ± Standar Deviasi) | | | |
| 3% (b1) | A | A | A |
| 83.009±5,198 | 85.922±3,070 | 89.309±0,549 |
| a | a | b |
| 5% (b2) | A | A | A |
| 70.849±2,643 | 75.578±3,248 | 86.856±1,718 |
| a | a | b |
| 7% (b3) | B | B | A |
| 72.567±2,923 | 75.667±4,486 | 84.393±4,344 |
| a | a | b |

Keterangan : Huruf kecil dibaca arah horizontal dan huruf besar dibaca arah vertikal. Huruf yang berbeda menyatakan perbedaan yang nyata pada taraf 5% uji lanjut *Duncan*. Menggunakan 9 perlakuan dan 3 ulangan pengujian taraf nyata a, b, cdan A, B, Cmenandakan masing – masing produk berbeda setelah data diolah menggunakan SPSS, yang artinya memiliki rendemen yang berbeda nyata.

Berdasarkan Tabel 9 dapat disimpulkan semakin lama perendaman maka semakin tinggi rendemen jagung nikstamal dan pada konsentrasi larutan alkali 3%, konsentrasi larutan alkali 5% dan konsentrasi larutan alkali 7% terjadi perbedaan rendemen jagung nikstamal yaitu konsentrasi larutan alkali 3%, dan konsentrasi larutan alkali 7% lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi larutan alkali 5%, hal ini menandakan semakin sedikit kulit ari jagung yang hilang. Dan total serat terbanyak pun ada di kulit ari jagung. Hal ini sesuai dengan Widowati (2011) bahwa kulit ari (bran) jagung terdiri atas 75% hemiselulosa, 25% selulosa, dan 0,1% lignin (bk). Kadar serat pangan pada jagung tanpa kulit ari (*dehulled*) sangat rendah dibanding biji utuh.

### **4.2.2. Analisa Kimia**

#### **4.2.2.1 pH**

Dari hasil perhitungan ANAVA pada tabel 10 lampiran 12 menunjukkan bahwa konsentrasi larutan alkali berpengaruh terhadap analisa pH sedangkan lama perendaman dan interaksinya tidak berpengaruh terhadap pH jagung nikstamalisasi.

### **Tabel 10. Pengaruh konsentrasi larutan alkali (B) terhadap pH**

|  |  |
| --- | --- |
| Konsentrasi  Larutan Alkali Ca(OH)2 | (Nilai Rataan ± Standar Deviasi) |
|
| 3% (b1) | 11,400±0,305a |
| 5% (b2) | 12,227±0,085b |
| 7% (b3) | 13,207±0,066c |

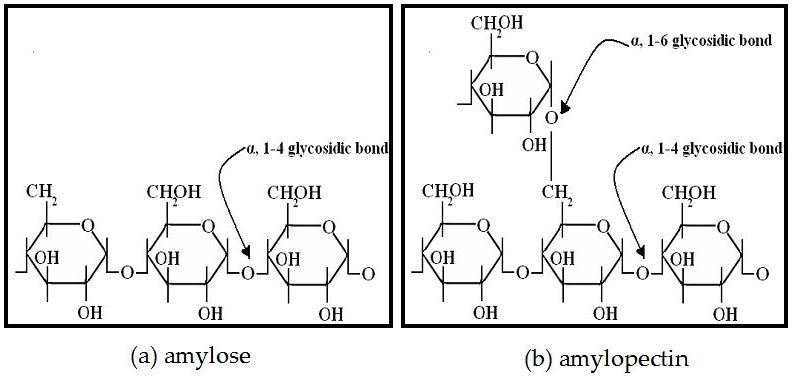
Keterangan : Menggunakan dua perlakuan dan 3 ulangan pengujian. a, b, c menandakan masing – masing produk berbeda setelah data diolah menggunakan SPSS, yang artinya memiliki pH yang berbeda nyata.

Berdasarkan Tabel 10 dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan maka semakin tinggi tingkat kebasaan (pH rendah). Hal ini dikarenakan semakin tinggi konsentrasi larutan alkali Ca(OH)2 yang mengandung lebih banyak basa.

pH larutan yang tinggi tingkat kebasaannya, Ca(OH)2 akan terionisasi menjadi Ca2+ dan OH- kemudian membentuk ikatan silang dengan pati. Interaksi Ca2+ dengan pati akan menstabilkan dinding granula pati sehingga granula pati akan lebih kuat dan keras akibatnya memudahkan terlepasnya kulit ari jagung. Dengan adanya Ca2+ dalam pati akan merusak ikatan antara pati dengan molekul air dan membentuk ikatan silang dengan molekul amilosa dan amilopektin yang ada dalam pati yang juga dinamakan jembatan kalsium dan terbentuknya ikatan silang pada rantai polimer pati ini memberi kontribusi pada konduktivitas panas yang lebih baik, sifat-sifat fisik, struktur, reologi serta aroma yang lebih baik. (Fernández-Muñoz et al, 2011).

Suhu yang relatif tinggi selama pemasakan biji jagung (85-100°C) dan nilai pH sekitar 12, menjadi transformasi komponen biji (protein, lipid dan pati), diantaranya degradasi perikarp, kehilangan protein yang larut (terutama albumin dan globulin dengan berat molekul rendah yang terdapat pada lembaga), gelatinisasi parsial pati (Reguera, 2008).

Selama proses pemasakan, terjadi lagi gelatinisasi pati dan transformasi lain pada komponen biji karena masa merupakan campuran yang terdiri dari polimer pati (amilosa dan amilopektin) bercampur dengan pati yang mengalami gelatinisasi parsial dan granula utuh, bagian endosperm dan lipid. Semua komponen ini membentuk matriks yang heterogen dan kompleks di dalam fase kontinyu (Gomez, 2008).



### Gambar 10. Struktur Amilosa dan Amilopektin

Sumber : wikipedia

#### **4.2.2.2 Analisis Kadar Serat**

Serat pangan memegang peran penting dalam memelihara kesehatan individu. Oleh karena itu, serat pangan merupakan salah satu komponen pangan fungsional yang dewasa ini mendapat perhatian masyarakat luas. Serat pangan berbentuk karbohidrat kompleks yang banyak terdapat di dalam dinding sel tumbuhan. Serat pangan tidak dapat dicerna dan diserap oleh saluran pencernaan manusia, tetapi memiliki fungsi yang sangat penting bagi pemeliharaan kesehatan, pencegahan berbagai penyakit, dan sebagai komponen penting dalam terapi gizi. Komponen ini meliputi polisakarida yang tidak dapat dicerna, seperti selulosa, hemiselulosa, oligosakarida, pektin, gum, dan waxes (Sardesai 2003, Astawan dan Wresdiyati 2004).

Menurut Fardiaz dkk. (1997) dan Muchtadi dkk. (1992), karbohidrat dikelompokkan menjadi dua yaitu, karbohidrat yang dapat dicerna seperti monosakarida, oligosakarida dan polisakarida penghasil energi dan karbohidrat yang tidak dapat dicerna yaitu polisakarida penguat tekstur. Polisakarida ini mengandung banyak serat yang dapat menstimulir enzim - enzim pencernaan.

Menurut Deman (1997) dan Muchtadi dkk. (1992) serat dibedakan menjadi dua macam yaitu serat kasar (crude fiber), yang tersusun dari selulosa dan lignin, dan serat pangan (dietary fiber), yang tersusun dari selulosa, hemiselulosa, lignin, pentosan, pektin, dan komponen lain dalam jumlah sedikit seperti gugus fenolik, asam fitat, khitin, gum, dan *mucilage*.

Istilah serat kasar harus dibedakan dari istilah serat makanan. Serat kasar (crude fiber) adalah bagian dari makanan yang tidak dapat dihidrolisis oleh bahan bahan kimia yang digunakan untuk menentukan kadar serat kasar yaitu asam sulfat (H2SO4) dan natrium hidroksida (NaOH).

Dari hasil perhitungan ANAVA pada Tabel 11 lampiran 13 dapat dinyatakan bahwa konsentrasi larutan alkali, lama perendaman serta interaksinya berpengaruh terhadap kadar serat jagung nikstamalisasi.

### **Tabel 11. Pengaruh Interaksi antara konsentrasi larutan alkali (B) dan lama perendaman (D) terhadap kadar serat**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| KONSENTRASI LARUTAN ALKALI Ca(OH)2 | LAMA PERENDAMAN | | |
| 18 Jam (d1) | 24 Jam (d2) | 30 Jam(d3) |
| (Nilai Rataan ± Standar Deviasi) | | | |
| 3% (b1) | A | A | A |
| 2.432±0,422 | 2.136±0,397 | 2.107±0,232 |
| a | a | a |
| 5% (b2) | A | A | A |
| 2.923±0,058 | 2.644±0,225 | 1.550±0,196 |
| b | b | a |
| 7% (b3) | B | B | B |
| 2.220±0,507 | 2.001±0,210 | 1.900±0,353 |
| a | a | a |

Keterangan : Huruf kecil dibaca arah horizontal dan huruf besar dibaca arah vertikal. Huruf yang berbeda menyatakan perbedaan yang nyata pada taraf 5% uji lanjut *Duncan*. Menggunakan 9 perlakuan dan 3 ulangan pengujian taraf nyata a, b, cdan A, B, Cmenandakan masing – masing produk berbeda setelah data diolah menggunakan SPSS, yang artinya memiliki kadar serat yang berbeda nyata.

Berdasarkan Tabel 11 dapat disimpulkan bahwa semakin lama perendaman maka semakin rendah kadar serat dan pada konsentrasi larutan alkali 3%, konsentrasi larutan alkali 5% dan konsentrasi larutan alkali 7% terjadi perbedaan kadar serat yaitu konsentrasi larutan alkali 3%, dan konsentrasi larutan alkali 7% lebih rendah dibandingkan dengan konsentrasi larutan alkali 5%, hal ini disebabkan karena serat kasar jagung yang dianalisis adalah jagung nikstamalisasi yang sudah tidak memiliki kulit ari jagung jadi kadar seratnya pun menurun dari kadar serat jagung utuh. Dan total serat terbanyak pun ada di kulit ari jagung. Hal ini sesuai dengan Widowati (2011) bahwa kulit ari (bran) jagung terdiri atas 75% hemiselulosa, 25% selulosa, dan 0,1% lignin (bk). Kadar serat pangan pada jagung tanpa kulit ari (*dehulled*) sangat rendah dibanding biji utuh.



Gambar 11. Jagung Pipil

Sumber : wikipedia

Jagung mengandung serat pangan yang tinggi. Kandungan karbohidrat kompleks pada biji jagung, terutama pada *perikarp* dan *tipkarp*, juga terdapat pada dinding sel endosperma dan dalam jumlah kecil pada dinding sel lembaga. Perbedaan antara serat pangan larut dan tidak larut sangat kecil, meskipun nutrisi QPM (*Quality Protein Maze*) mempunyai total kadar serat pangan yang lebih tinggi dibanding jagung biasa, terutama karena kadar serat pangan tidak larutnya tinggi.

Kulit luar merupakan bagian yang banyak mengandung serat kasar atau karbohidrat yang tidak larut (non pati), lilin dan beberapa mineral. Lembaga banyak mengandung minyak. Kulit adalah bagian yang berfungsi sebagai pelindung endosperma dan bakal benih dari kerusakan fisik serta serangan serangga, menahan air dan mengurangi proses penguapan air dari biji secara berlebihan yang dapat mengurangi bobot biji selama penyimpanan, namun selama penepungan bagian kulit perlu dihilangkan karena mengandung serat yang tinggi.

Keuntungan proses nikstamalisasi dalam pengolahan jagung diantaranya dapat memudahkan proses pelepasan perikarp dan lembaga, meningkatkan gelatinisasi granula pati, serta memberikan flavor dan tekstur khas yang diinginkan (Rooney & Serna-Saldivar 2003; Johnson 2000). Menurut Rooney dan Suhendro (1999), proses nikstamalisasi juga berfungsi untuk memperlambat proses retrogradasi. Hal tersebut menunjukkan bahwa nikstamalisasi sangat baik untuk dilakukan sebagai perlakuan pendahuluan sebelum jagung diolah menjadi produk pangan jadi.

#### **4.2.2.3 Analisis Kadar Pati**

Pati merupakan cadangan karbohidrat pada tanaman berbentuk granula-granula tak larut yang tersusun dari dua macam molekul polisakarida yaitu amilosa dan amilopektin, umumnya ditemukan pada umbi, akar dan biji. (Septiani dkk., 2004).

Pati jagung mempunyai ukuran granula yang cukup besar dan tidak homogen, untuk yang kecil 1-7 μm dan untuk yang besar 15-20 μm. Granula besar berbentuk oval polyhedral dengan diameter mencapai 6-30 μm. Granula pati yang lebih kecil akan memperlihatkan ketahanan yang lebih kecil pula terhadap perlakuan panas dan air dibanding granula yang besar (Suarni, 2011).

Dari hasil perhitungan ANAVA pada Tabel 57 lampiran 14 dapat dinyatakan bahwa konsentrasi larutan, lama perendaman serta interaksinya berpengaruh terhadap kadar pati jagung nikstamalisasi.

### **Tabel 12. Pengaruh Interaksi antara konsentrasi larutan alkali (B) dan lama perendaman (D) terhadap kadar pati**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| KONSENTRASI LARUTAN ALKALI Ca(OH)2 | LAMA PERENDAMAN | | |
| 18 Jam (d1) | 24 Jam (d2) | 30 Jam (d3) |
| (Nilai Rataan ± Standar Deviasi) | | | |
| 3% (b1) | B | A | B |
| 43.068±0,289 | 43.913±1,902 | 47.101±2,953 |
| a | a | b |
| 5% (b2) | B | A | B |
| 44.162±2,168 | 44.246±1,521 | 46.422±1,576 |
| a | b | c |
| 7% (b3) | A | A | A |
| 41.024±0,798 | 43.090±1,689 | 43.116±2,312 |
| a | b | c |

Keterangan : Huruf kecil dibaca arah horizontal dan huruf besar dibaca arah vertikal. Huruf yang berbeda menyatakan perbedaan yang nyata pada taraf 5% uji lanjut *Duncan*. Menggunakan 9 perlakuan dan 3 ulangan pengujian taraf nyata a, b, cdan A, B, Cmenandakan masing – masing produk berbeda setelah data diolah menggunakan SPSS, yang artinya memiliki kadar pati yang berbeda nyata.

Berdasarkan Tabel 12 dapat disimpulkan bahwa semakin lama perendaman maka semakin tinggi kadar pati dan pada konsentrasi larutan alkali 3%, konsentrasi larutan alkali 5% dan konsentrasi larutan alkali 7% terjadi perbedaan nilai zat warna yaitu konsentrasi larutan alkali 3%, dan konsentrasi larutan alkali 7% lebih rendah dibandingkan dengan konsentrasi larutan alkali 5%, hal ini disebabkan karena kadar pati jagung yang diuji dalam keadaan jagung basah sehingga kadar pati jagung hanya sekitar 41,024 – 47,101%. Total kehilangan padatan yang tinggi ditandai dengan keruhnya air masakan karena banyak pati yang larut. (Bhattacharya dkk., 1999).

Hal ini sesuai dengan Prima (2015), hasil analisis pati jagung mendapatkan kadar amilosa sebesar 46,64%. Tam dkk. (2004) menggolongkan pati jagung dengan kadar amilosa 40,06% sebagai pati jagung amilosa tinggi. Semakin tinggi kadar amilosa pati, semakin kuat struktur gel yang terbentuk semakin kukuh dan semakin kecil total kehilangan padatan selama pemasakan.

Tahap retrogradasi penting dilakukan karena memberi kesempatan bagi amilosa dan amilopektin untuk membentuk jaringan gel yang kuat. Selama proses retrogradasi amilosa berkristalisasi sehingga strukturnya kompak dan tahan terhadap hidrolisis. Penambahan tahap retrogradasi mempengaruhi daya tahan pati jagung selama pemasakan sehingga akan diperoleh total kehilangan padatan yang rendah. (Tan, 2009).

Semakin tinggi suhu pemanasan, nilai volume pengembangan dan kelarutan pati semakin besar. Suhu pemanasan yang tinggi mempercepat pengikatan air oleh granula pati. Granula pati mengembang dan saat mencapai suhu gelatinisisasi, granula akan pecah dan molekul pati larut dalam air.



### Gambar 12. Pati Jagung

Sumber : wikipedia

Larutan alkali lebih cepat menghancurkan pericarp jagung yang mengakibatkan terjadi penyerapan air dalam jumlah lebih banyak sehingga gelatinisasi pati lebih sempurna. (Febrianto, 2014).

Perlakuan kalsium hidroksida pada nikstamalisasi dapat memperbaiki nilai gizi dari jagung dengan meningkatkan dan menyediakan lisin dalam fraksi glutelin dan gelatinisasi pati (Fernandez-Munoz et al., 2004). Selain itu, perlakuan alkali-panas yang digunakan dalam proses nikstamalisasi dapat mempengaruhi komponen dinding sel yaitu merubah hemiselulosa menjadi gums yang larut. Perlakuan ini memiliki beberapa fungsi seperti untuk menggelatinisasi pati, saponifikasi bagian lipid, dan juga untuk melarutkan beberapa protein yang terdapat di sekitar granula pati sehinga mempengaruhi sifat reologi dan tekstur produk yang dihasilkan (Rooney dan Serna Saldivar 2003).

Mekanisme kerja proses nikstamalisasi ini meliputi penyerapan dan pendistribusian air yang lebih cepat dan memodifikasi lapisan luar biji jagung. Inilah yang menyebabkan pecahan perikarp menjadi rapuh dan jaringan dalam biji jagung menjadi longgar (Rosentrater, 2005).

Kelarutan adalah jumlah zat terlarut yang dapat larut dalam sejumlah pelarut pada suhu tertentu sampai membentuk larutan jenuh (Yazid, 2005).

Larutan tersebut menjadi keruh bila dilewatkan karbondioksida, karena mengendapnya kalsium karbonat. Kalsium hidroksida mengeluarkan banyak panas, bersifat basa agak keras, dan mudah menarik gas asam arang dari udara, sehingga air mudah menjadi keruh. Larutan kapur tohor juga merupakan pengikat asam – asam nabati (Widowati, 2006).

Fungsi penambahan air kapur dalam biji jagung antara lair mempercepat pemasakan, meningkatkan kemampuan pengikatan air serta menghambat terjadinya retrogradasi. Semua hal tersebut pada akhirnya berpengaruh pada tekstur jagung nikstamal dan produk olahan dari jagung nikstamal (Fernandez, 2008).

Gelatinisasi pati adalah perubahan granula pati yang mengembang luar biasa, tetapi tidak dapat kembali ke posisi semula (Wiriono, 2009). Sifat gelatinisasi pati jagung diantaranya peningkatan viskositas disebabkan terjadi penyerapan air dan pembengkakakn granula pati yang *irreversible* di dalam air, dimana energi kinetik molekul – molekul air lebih kuat daripada daya tarik menarik pati di dalam granula (Nur dan Gunawan 2016).

Saat suspensi pati mencapai viskositas maksimum yaitu pada waktu granula pati mencapai pengembangan maksimum hingga selanjutnya pecah, saat itu dicapai suhu puncak gelatinisasi. Granula pati mengalami pengembangan dan semakin lama perendaman bagian yang *amorf*, terutama amilosa dapat mengalami leaching. Pada saat suspensi pati dipanaskan, granula yang mulai mengembang sejak mencapai suhu gelatinisasi akan terus mengembang. Selama gelatinisasi, amilosa mengalami *leaching* dari granula pati dan bersama amilopektin menjadi sangat terhidrasi. Hal ini mengakibatkan suspensi menjadi lebih jernih dan viskositas meningkat terus sampai mencapai puncak, saat granula mengalami hidraksi maksimum. (Nur dan Gunawan 2016).

Pengembangan granula terutama dipengaruhi oleh keberadaan lemak dalam bahan yang mampu menghalangi pengembangan granula dengan membentuk kompleks inklusi amilosa – lemak sehingga dihasilkan viskositas maksimum yang rendah (Baah, 2009).

Pembentukan kompleks amilosa – lipid akan menghambat pengembangan granula pati. Pada saat gelatinisasi, amilosa keluar dari granula pati dan membentuk kompleks inklusi amilosa – lemak. Pembentukan kompleks ini mengurangi kecenderungan amilosa untuk berikatan, membentuk gel dan teretrogradasi sehingga menghambat kecepatan pengerasan selama pemanasan. (Singh, 2009)

Komposisi amilosa atau amilopektin pati jagung terkendali secara genetik, yang berpengaruh terhadap sifat reologi, amilografi, daya cerna, dan preferensi konsumen (Singh, 2009). Rasio tersebut tidak berpengaruh terhadap komponen nutrisi, tetapi menentukan struktur produk akhir yang dikonsumsi (Suarni, 2007).

Kandungan serat kasar dan amilosa dapat meningkatkan absorbsi air. Serat kasar dan amilosa yang tinggi dapat membantu penyerapan air pada granula, tetapi dalam hal ini serat kasar pati relatif rendah. Sebaliknya, kadar protein dan lemak yang tinggi dapat menyebabkan rendahnya absorbsi air, karena komponen tersebut akan menutupi partikel pati, sehingga penyerapan air menjadi terhambat. Menurut Suarni (2009) kadar lemak dan protein sangat rendah, jadi tidak berpengaruh terhadap daya serap air.

Daya serap minyak pati dipengaruhi oleh adanya protein pada permukaan granula pati, yang membentuk kompleks dengan pati, selanjutnya memberikan tempat bagi terikatnya minyak. Dari hasil penelitian modifikasi tepung jagung secara enzim α-amilase menunjukkan semakin naik kadar protein diikuti oleh perubahan daya serap minyak (Suarni, 2009).

Sifat emulsi berkaitan erat dengan konsentrat protein dalam bahan. Aktivitas emulsi adalah kemampuan protein mengambil bagian dalam pembentukan emulsi dan menstabilkan emulsi yang terbentuk. Kapasitas emulsi merupakan kemampuan larutan atau suspensi untuk mengemulsikan lemak (Bian, 2003). Hanya konsentrasi amilosa dan amilopektin yang berpengaruh terhadap sifat emulsi pati. Sifat emulsi ini menguntungkan pada sebagian besar produk makanan, termasuk margarin, saus, adonan roti, dan kue.

Suhu awal gelatinisasi merupakan fenomena dari sifat fisik pati yang kompleks yang ditentukan oleh beberapa faktor, termasuk komposisi amilosa dan amilopektin dan keadaan media pemanasan. Suhu gelatinisasi menunjukkan suhu awal meningkat dengan meningkatnya viskositas pati pada saat dipanaskan atau awal terjadinya gelatinisasi.

Suhu gelatinisasi dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain kadar amilosa, protein, dan lemak. Ekstrak pati mengandung lemak dan protein relatif rendah sehingga tidak berpengaruh terhadap sifat amilografi pati. Hal ini berbeda dengan sifat amilografi tepung jagung, yang berkadar protein dan lemak tinggi, sehingga berpengaruh pada suhu awal terjadinya gelatinisasi (Suarni dan Aini 2010).

## 4.3. Penentuan Sampel Terpilih.

### **Tabel 13. Perhitungan Uji Skoring**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Perlakuan | pH | Warna | Rendemen | Serat | Pati | Total |
| b1d1 | 1 | 4 | 3 | 3 | 3 | 14 |
| b1d2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 3 | 14 |
| b1d3 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 12 |
| b2d1 | 2 | 3 | 1 | 4 | 2 | 12 |
| b2d2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 12 |
| b2d3 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 9 |
| b3d1 | 4 | 4 | 1 | 2 | 4 | 15 |
| b3d2 | 4 | 3 | 2 | 2 | 3 | 14 |
| b3d3 | 4 | 3 | 4 | 2 | 3 | 16 |

Kesimpulan : Berdasarkan tabel diatas, dapat disimpulkan bahwa perlakuan terbaik yang diperoleh dari uji skoring dengan skor terendah adalah perlakuan b2d3 dengan konsentrasi larutan alkali 5%dan lama perendaman 30 jam.

# V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menguraikan mengenai: (5.1) Kesimpulan, dan (5.2) Saran.

## 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Konsentrasi larutan alkali berpengaruh terhadap respon fisika meliputi pH, kadar zat warna, tekstur kekerasan dan rendemen. Sedangkan pada respon kimia berpengaruh terhadap kadar pati dan tidak berpengaruh pada respon kadar serat pada proses nikstamalisasi kulit ari jagung.
2. Lama perendaman berpengaruh terhadap respon fisika meliputi kadar zat warna, tekstur kekerasan dan rendemen serta tidak berpengaruh terhadap pH. Sedangkan pada respon kimia berpengaruh terhadap kadar pati dan kadar serat pada proses nikstamalisasi kulit ari jagung.
3. Interaksi antara konsentrasi larutan alkali dan lama perendaman berpengaruh terhadap repon fisika meliputi kadar zat warna, tekstur kekerasan dan rendemen serta tidak berpengaruh terhadap pH. Sedangkan pada respon kimia berpengaruh terhadap kadar pati dan kadar serat pada proses nikstamalisasi kulit ari jagung.
4. Hasil dari penelitian pendahuluan diperoleh bahwa larutan alkali Ca(OH)2 dan hasil analisis bahan baku yang meliputi kadar serat sebesar 1,73% dan perhitungan rendemen sebesar 80,70%.
5. Produk terpilih pada proses nikstamalisasi kulit ari jagung yaitu pada perlakuan b2d3 (konsentrasi larutan alkali 5% dan lama perendaman 30 jam), dengan nilai dengan nilai rata-rata pH 12.18, zat warna 43.14, tekstur kekerasan 0.0052 mm/gram detik, rendemen 86.85%, kadar serat 1.55%, dan kadar pati 46.42%.

## 5.2. Saran

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap penelitian yang telah dilakukan, saran saran yang dapat diberikan :

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap produk pangan siap jadi berbahan dasar jagung nikstamal.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai jenis pengemas dan umur simpan jagung nikstamal sehingga diketahui secara pasti umur simpan dari jagung nikstamal.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap keamanan pangan, seperti uji toksik dan residu pada jagung nikstamal.

# DAFTAR PUSTAKA

Akbar dan Yunianta. 2014**. Pengaruh Lama Perendaman Na2S2O5 dan Fermentasi Ragi Tape terhadap Sifat Fisik Kimia Tepung Jagung**. Jurnal Pangan dan Agroindustri.

Andri dan Barsito. 2014. **Kajian Karakteristik Fisikokimia dan Sensoris Tortilla Corn Chips dengan Variasi Larutan Alkali.** Jurnal Teknosains Pangan.

[AOAC] **Association of Analytical Chemist Publisher.** 1995. Official Methods of Analysis. Washington DC : AOAC Publisher.

[AOAC] **Association of Official Analytical Chemist. 2005. Official Method of Analysis of The Association of Official Analytical of Chemist International 18th Edition**. Maryland, USA: The Association of Official Analytical Chemist International.

Apriantini, Astari. 2009. **Kandungan B-Karoten, Sifat Fisik dan Kimia Serta Mutu Organoleptik Pada Wortel (*Daucus Carota L*.) Organik dan Non-Organik Selama Penyimpanan Suhu Dingin.** Program Studi Ilmu Pangan, Institut Pertanian Bogor, Bogor

Azizah. 2017. **Perlakuan Perendaman dengan Konsentrasi Larutan Garam dan Asam Asetat yang Berbeda untuk Mereduksi Kadar Urea Ikan Cucut (*Carcharias macloti)*.** Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian UNA

Baah, D.F. 2009. ***Characterization of Water Yam (Dioscorea atalata) for Existing and Potensial food Products. Thesis. Faculty of Biosciences***, Kwame Nkrumah University, Nigeria.

Badan Pusat Statistik Jakarta Pusat. 2015. **Produksi Jagung menurut Provinsi**. Jakarta Pusat : Badan Pusat Statistik

Badan Pusat Statistik Jakarta Pusat. 2015. **Rata-Rata Konsumsi per Kapita Seminggu Beberapa Macam Bahan Makanan Penting**. Jakarta Pusat: Badan Pusat Statistik

Budiman, H. 2010. **Sukses Bertanam Jagung Komoditas Yang Menjanjikan**. Bandung: Pustaka baru Press

Carmen. 2015. ***Nixtamalization, a Mesoamerican technology to process maize at smallscale with great potential for improving the nutritition.*** *Research Gate*

Chatarina. 2015. **Optimasi Lama Perendaman Jagung untuk Preparasi Pemasakan dalam Otoklaf dan Penggorengan.** Jurnal AgriSains 1

Dyah Tri, dan Simon Bambang. 2015. **Pengaruh Jenis Pelarut dan Lama Ekstraksi Terhadap Ekstrak Karotenoid Labu Kuning dengan Metode Gelombang Ultrasonik**. FTP Universitas Brawijaya, Malang.

Erawati, C.M, 2006, **Kendali Stabilitas Beta Karoten Selama Proses Produksi Tepung Ubi Jalar (*Ipomoea batatas L.)*,**Program Studi Ilmu Pangan, Institut Pertanian Bogor, Bogor

Fenema OR. 1996. ***Food chemistry 3rd Edition*.** New York : Marcel Dekker, Inc.

Harborne. 2005. ***Encyclopedia of Food and Color Additives***. CRC Press, Inc :New York.

Gasperz. 1995. **Teknik Analisis Dalam Penelitian Percobaan***.* Bandung: Tarsito

Herlina M. 2011. **Sifat Fungsional dan Reologi Tepung Jagung Nikstamal serta contoh Aplikasinya pada Pembuatan Makanan Pendamping ASI**. Institut Pertanian Bogor

Koswara, S. 2009. **Teknologi Pengolahan Jagung (Teori dan Praktek)**. http://www.eBookPangan.com Akses : 15 April 2018

Mondragón M. 2004. ***Effect of nixtamalization on the modification of the crystalline structure of maize starch***. Carbohydrat Polym 55: 411-418.

Muchtadi, D. 2010. **Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan**. Bogor: Alfabeta CV

Ninin dan Ratna. 2010. **Karakterisasi Sifat-Fisiko Kimia Pati Jagung termodifikasi dengan proses Acetilasi.** Skripsi Fakultas Teknik Industri.

Nur, P. dan Joni. **Pengaruh Perendaman Jagung dan Substitusi Tepung Tempe terhadap Nilai Gizi dan Sifat Sensoris Beras Jagung Instan.** Jurnal Agrotek 5 (2) : 71 – 82

Ryan dan Yunianta. 2014. **Pengaruh Lama Perendaman Na2S2O5 dan Fermentasi Ragi Tape terhadap Sifat Fisik Kimia Tepung Jagung.** Jurnal Pangan dan Agroindustri.

Singh, N., Bedi, R., Garg, R., dan Singh, J. 2009. ***Physico-chemical, thermal and pasting properties of fractions obtained during there successive reduction milling of different corn types. Food Chemistry.***

Sriwidodo dan Aliya. 2016**. *Optimization of Starch from Indonesian LocalCorn with Concentration Variation of Sodium Metabisuphite and Dryin.*** *Research Gate*

Suarni dan I.U. Firmansyah. 2005. **Beras Jagung: Prosesing dan Kandungan Nutrisi sebagai Bahan Pangan Pokok**. Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Jagung, Makassar : 393-398.

Suarni dan Widowati, S. 2015. **Struktur, Komposisi dan Nutrisi Jagung**. Jurnal AgriSains 1

Sugiyarto H, Kristian. 2003. **Dasar-Dasar Kimia Anorganik Logam**. Jakarta : UI Press.

Trinita, W., Yanuar I. 2014. **Analisis Kuantitatif Bahan Pewarna**. Pendidikan Teknologi Agroindustri. Universitas Pendidikan Indonesia : Bandung.

Winarno,. F.G. 1993. **Kimia Pangan dan Gizi**. Gramedia. Jakarta.

# LAMPIRAN

## Lampiran 1. Perhitungan Rendemen Jagung Nikstamalisasi. (AOAC, 2005)

Sampel jagung nikstamalisasi yang telah dipisahkan dari kulit ari nya kemudian dilakukan penimbangan dan dilakukan pengukuran berat akhir dan dibandingkan dengan berat awal jagung nikstamalisasi.

Rendemen jagung nikstamalisasi tersebut dapat dihitung sebagai :

## Lampiran 2. Prosedur Analisis pH

Pengukuran pH dengan menggunakan pH meter yaitu sensor pH dinetralkan terlebih dahulu dengan menggunakan larutan penyangga (Asam Formiat) kemudian di lap dengan tisu kering. Sensor pH meter dimasukan kedalam sampel jagung nikstamalisasi yang telah direndam yang hasilnya akan langsung diketahui dengan membaca angka yang ditunjukkan oleh display alat.

## Lampiran 3. Prosedur Analisis Zat Warna Menggunakan Alat *Digital Colorimeter*.

1. Sampel sebanyak 3 gram ditimbang.

2. Letakkan sampel diatas kertas putih.

3. Siapkan alat *digital colorimeter* dan pasang sensor warna dibagian bawah alat.

4. Letakkan sensor warna diatas sampel dan tekan tombol ‘ON’.

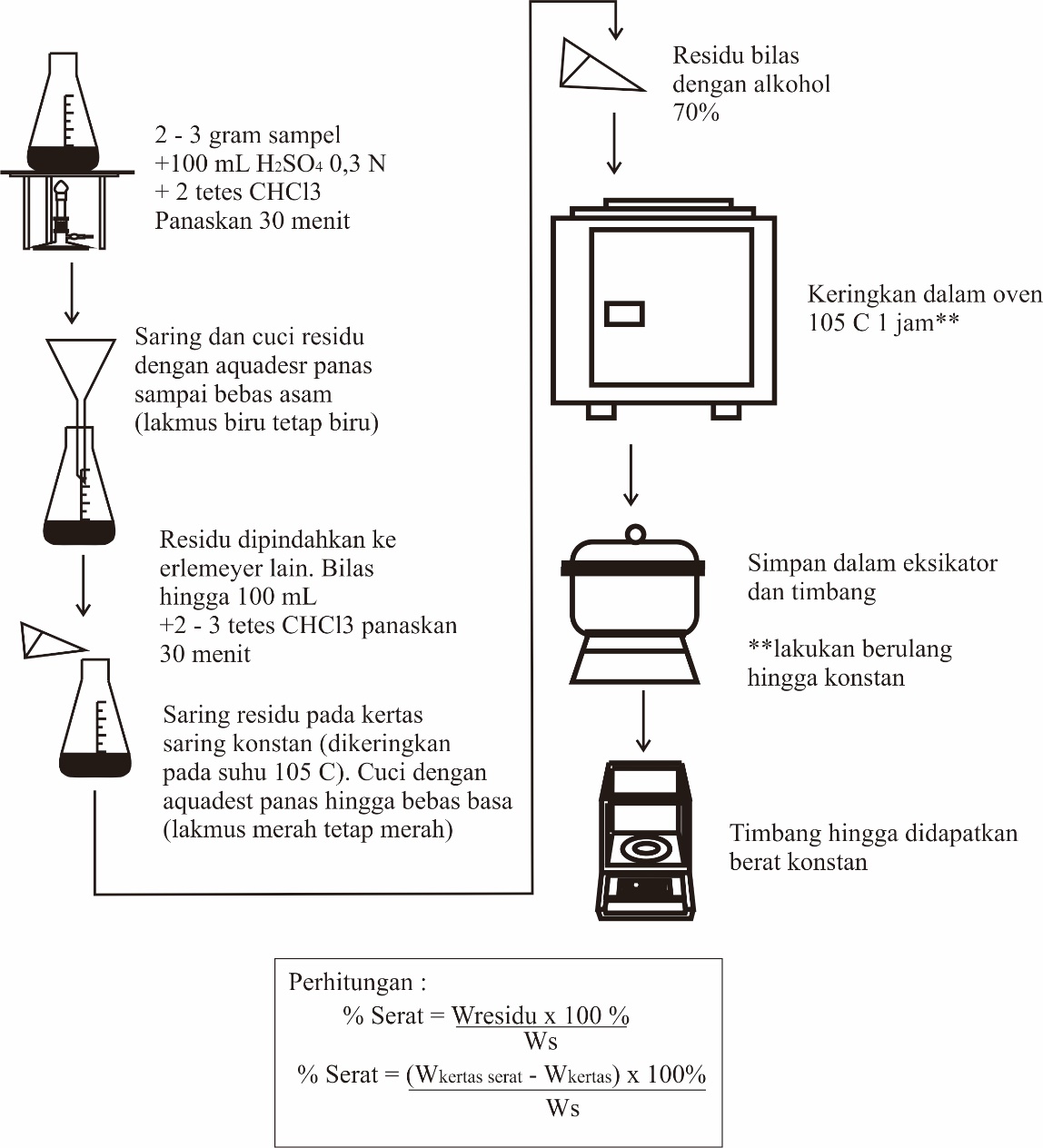
5. Nilai L\* a\* dan b\* akan muncul di bagian atas *display* alat.

## Lampiran 4. Prosedur Analisis Tekstur (Yuwono dan Susanto, 2001).

1. Timbang berat bahan (beban dengan batang pemegang).
2. Bahan yang akan diukur diletakkan tepat dibawah jarum penusuk penetrometer.
3. Tentukan waktu pengujian yaitu waktu yang diperlukan untuk penekanan terhadap bahan.
4. Lepaskan beban lalu baca skala petunjuk setelah alat berhenti.
5. Pengujian perlu diulang pada berbagai sisi sampel.
6. Buat rata – rata hasil pembacaan.
7. Rumus perhitungan penetrasi:
8. Penetrasi dinyatakan dalam mm/gr detik.

## Lampiran 5. Prosedur Analisis Kadar Serat

## 

****

### Gambar 13. Prosedur Penentuan Kadar Serat

## Lampiran 6. Prosedur Analisis Kadar Pati (AOAC, 1995)

Analisa kadar pati berdasarkan metode *Luff Schrool*. Larutan *Luff Schrool* dengan cara CuSO4.5H2O sebanyak 25 g dilarutkan dalam 50 mL asam sitrat dilarutkan dalam 50 ml air suling dan 288 g Na2CO3.10H2O dilarutkan dalam 400 ml air suling. Larutan asam sitrat ditambahkan sedikit demi sedikit demi sedikit ke kepala larutan soda, lalu campuran ditambahkan larutan terusi dan diencerkan hingga 100 ml pada labu ukur kemudian kedalam erlemeyer 500 ml dimasukan 2 g sampel kering. Kemudian ditambahkan 200 mL HCl 3% dan batu didih. Erlemeyer dipasang pada pendingin tegak dan dihidrolisa selama 3 jam. Larutan kemudian didinginkan dan dinetralkan dengan NaOH dengan indikator fenoftalin. Larutkan dimaskan kedalam labu ukur 500 ml, ditempatkan hingga tanda batas tera dengan air suling, kemudian disaring. Larutan sebanyak 10 ml dipipet ke dalam erlemeyer 250 ml dan ditambahkan larutan *luff schrool* 25 ml serta 5 ml air suling. Blangko dibuat tanpa larutan contoh yang di analisis. Kemudian ditambahkan larutan KI 30% dan 25 ml H2SO4 25%, setelah reaksi habis segera titrasi dengan larutan Na2S2O4 sampai larutan berwarna merah muda.

0,90 = Faktor pembanding berat molekul satu unit gula dalam molekul pati

G = Glukosa setara dengan ml Na2S2O4 yang dipergunakan untuk titrasi (mg)

Setelah gula diperhitungkan

P = Pengenceran

g = Bobot sampel (mg)

## Lampiran 7. Hasil Analisis Rendemen Penelitian Pendahuluan

Rendemen Kulit Ari Jagung (NaOH) =

Rendemen Kulit Ari Jagung (Ca(OH2)) =

Kesimpulan :

Berdasarkan jumlah rendemen jagung yang lebih rendah, maka penentuan jenis larutan diambil dari jumlah rendemen jagung yang lebih rendah yaitu larutan alkali Ca(OH)2

## Lampiran 8. Hasil Analisis Serat Penelitian Pendahuluan

Kadar Serat Jagung (NaOH) =

Kadar Serat Jagung (Ca(OH2)) =

Kesimpulan :

Berdasarkan jumlah kadar serat jagung yang lebih tinggi, maka penentuan jenis larutan diambil dari jumlah kadar serat jagung yang lebih tinggi yaitu larutan alkali Ca(OH)2

## Lampiran 9. Hasil Analisis Zat Warna (Kolorimeter) Penelitian Utama

Data Hasil Analisis Zat Warna Jagung Nikstamalisasi

### **Tabel 13. Data Analisis Zat Warna**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| KODE | ULANGAN | W Sampel (g) | \*b |
| b1d1 |  | 1.180 | 24.50 |
| b1d2 |  | 1.060 | 25.58 |
| b1d3 |  | 1.310 | 28.67 |
| b2d1 | **1** | 1.270 | 34.53 |
| b2d2 |  | 1.170 | 38.07 |
| b2d3 |  | 1.170 | 42.70 |
| b3d1 |  | 1.260 | 28.02 |
| b3d2 |  | 1.030 | 35.72 |
| b3d3 |  | 1.290 | 33.06 |
| b1d1 |  | 1.450 | 25.63 |
| b1d2 |  | 1.300 | 29.12 |
| b1d3 |  | 1.250 | 29.18 |
| b2d1 |  | 1.220 | 29.25 |
| b2d2 | **2** | 1.160 | 35.31 |
| b2d3 |  | 1.170 | 43.37 |
| b3d1 |  | 1.350 | 29.34 |
| b3d2 |  | 1.320 | 31.24 |
| b3d3 |  | 1.360 | 34.95 |
| b1d1 |  | 1.210 | 23.76 |
| b1d2 |  | 1.140 | 23.37 |
| b1d3 |  | 1.080 | 27.37 |
| b2d1 |  | 1.310 | 33.97 |
| b2d2 | **3** | 1.230 | 31.62 |
| b2d3 |  | 1.240 | 43.37 |
| b3d1 |  | 1.350 | 27.39 |
| b3d2 |  | 1.120 | 30.12 |
| b3d3 |  | 1.200 | 32.61 |

### **Tabel 14. Data Asli Analisis Zat Warna**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **DATA ASLI ANALISIS ZAT WARNA** | | | | | | |
| Faktor B | Kelompok | Faktor D | | | Total Perlakuan | Rata-Rata |
| 18 Jam | 24 Jam | 30 Jam |
| 3% | 1 | 24.500 | 25.580 | 28.670 | 78.750 | 26.250 |
| 2 | 25.630 | 29.120 | 29.180 | 83.930 | 27.977 |
| 3 | 23.760 | 23.370 | 27.370 | 74.500 | 24.833 |
| SUB TOTAL | | 73.890 | 78.070 | 85.220 | 237.180 | 79.060 |
| RATA-RATA SUB TOTAL | | 24.630 | 26.023 | 28.407 | 79.060 | 26.353 |
| 5% | 1 | 34.530 | 38.070 | 42.700 | 115.300 | 38.433 |
| 2 | 29.250 | 35.310 | 43.370 | 107.930 | 35.977 |
| 3 | 33.970 | 31.620 | 43.370 | 108.960 | 36.320 |
| SUB TOTAL | | 97.750 | 105.000 | 129.440 | 332.190 | 110.730 |
| RATA-RATA SUB TOTAL | | 32.583 | 35.000 | 43.147 | 110.730 | 36.910 |
| 7% | 1 | 28.020 | 35.720 | 33.060 | 96.800 | 32.267 |
| 2 | 29.340 | 31.240 | 34.950 | 95.530 | 31.843 |
| 3 | 27.390 | 30.120 | 32.610 | 90.120 | 30.040 |
| SUB TOTAL | | 84.750 | 97.080 | 100.620 | 282.450 | 94.150 |
| RATA-RATA SUB TOTAL | | 28.250 | 32.360 | 33.540 | 94.150 | 31.383 |
| Jumlah | | 256.390 | 280.150 | 315.280 | 851.820 | 283.940 |
| Rata-Rata | | 28.488 | 31.128 | 35.031 | 94.647 | 31.549 |

r = 3

k = 3

t = 3

= 195,062

### **Tabel 15. Anava Analisis Zat Warna**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Sumber Keragaman | Db | JK | KT | F Hitung | F Tabel 5% |
| Kelompok | 2 | 18.553356 | 9.276678 |  |  |
| Perlakuan | 8 | 753.81040 | 94.226300 |  |  |
| Konsentrasi Larutan (B) | 2 | 501.86446 | 250.932233 | 64.2568\* | 3.63 |
| Lama Perendaman (D) | 2 | 195.06246 | 97.531233 | 24.9751\* | 3.63 |
| Interaksi BD | 4 | 56.883467 | 14.220867 | 3.6416\* | 3.01 |
| Galat | 16 | 62.482311 | 3.905144 |  |  |
| Total | 26 | 834.84606 | 32.109464 |  |  |

Keterangan : tn = tidak berpengaruh : \* = berpengaruh

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel anava untuk konsentrasi larutan (B) dapat diketahui bahwa F hitung ≥ F tabel pada taraf 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa setiap perlakuan berpengaruh dalam hal zat warna sehingga dilanjutkan Pengaruh.

Berdasarkan tabel anava untuk lama perendaman (D) dapat diketahui bahwa F hitung ≥ F tabel pada taraf 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa setiap perlakuan berpengaruh dalam hal zat warna sehingga dilanjutkan Pengaruh.

Berdasarkan tabel anava untuk interaksi konsentrasi larutan dan lama perendaman (BD) dapat diketahui bahwa F hitung ≥ F tabel pada taraf 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa setiap perlakuan berpengaruh dalam hal zat warna sehingga dilanjutkan Pengaruh.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SSR 5% | LSR 5% | Perlakuan | Rata-Rata Perlakuan | Perlakuan | | | Taraf Nyata 5% |
| 1 | 2 | 3 |
|  |  | b1 | 26.353 | - |  |  | a |
| 3 | 1.59 | b3 | 31.383 | 5.03\* |  |  | b |
| 3.15 | 1.67 | b2 | 36.910 | 10.56\* | 5.53\* | - | c |

**Tabel 16. Pengaruh terhadap konsentrasi larutan alkali(B) Analisis zat warna**

Keterangan : tn = tidak berpengaruh : \* = berpengaruh

**Tabel 17. Pengaruh terhadap lama perendaman (D) Analisis zat warna**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SSR 5% | LSR 5% | Perlakuan | Rata-Rata Perlakuan | Perlakuan | | | Taraf Nyata 5% |
| 1 | 2 | 3 |
|  |  | d1 | 28.488 |  |  |  | a |
| 3 | 1.59 | d2 | 31.128 | 2.64\* |  |  | b |
| 3.15 | 1.67 | d3 | 35.031 | 6.54\* | 3.90\* |  | c |

Keterangan : tn = tidak berpengaruh : \* = berpengaruh

### **Tabel 18. Pengaruh interaksi konsentrasi larutan alkali (B) terhadap lama perendaman (D) Analisis zat warna**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SSR 5% | LSR 5% | Perlakuan | Rata-Rata Perlakuan | Perlakuan | | | | | | | | | Taraf Nyata 5% |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|  |  | b1d1 | 24.630 | - |  |  |  |  |  |  |  |  | a |
| 3 | 2.250 | b3d1 | 28.250 | 3.620\* |  |  |  |  |  |  |  |  | b |
| 3.15 | 2.363 | b2d2 | 28.333 | 3.703\* | 0.083 tn |  |  |  |  |  |  |  | b |
| 3.23 | 2.423 | b1d3 | 28.407 | 3.777\* | 0.157 tn | 0.074 tn |  |  |  |  |  |  | b |
| 3.3 | 2.475 | b2d1 | 32.583 | 7.953\* | 4.333\* | 4.250\* | 4.176\* |  |  |  |  |  | c |
| 3.34 | 2.505 | b1d2 | 33.357 | 8.727\* | 5.107\* | 5.024\* | 4.950\* | 0.774 tn |  |  |  |  | c |
| 3.37 | 2.528 | b3d3 | 33.540 | 8.910\* | 5.290\* | 5.207\* | 5.133\* | 0.957 tn | 0.183 tn |  |  |  | c |
| 3.39 | 2.543 | b3d2 | 37.640 | 13.010\* | 9.390\* | 9.307\* | 9.233\* | 5.057\* | 4.283\* | 4.100\* |  |  | d |
| 3.41 | 2.558 | b2d3 | 43.147 | 18.517\* | 14.897\* | 14.814\* | 14.740\* | 10.564\* | 9.790\* | 9.607\* | 5.507\* | - | e |

Kesimpulan :

Berdasarkan hasil uji lanjut Duncan dapat diketahui bahwa pada respon zat warna perlakuan b1d1 berbeda nyata dengan perlakuan b3d1, b2d2, b1d3, b2d1, b1d2, b3d3, b3d2. Pada perlakuan b3d1 tidak berbeda nyata dengan perlakuan b2d2 dan b1d3 tetapi berbeda nyata dengan perlakuan b1d1, b2d1, b1d2, b3d3, b3d2, dan b2d3. Pada perlakuan b2d2 tidak berbeda nyata dengan perlakuan b3d1 dan b1d3 tetapi berbeda nyata dengan perlakuan b1d1, b2d1, b1d2, b3d3, b3d2, dan b2d3. Pada perlakuan b1d3 tidak berbeda nyata dengan perlakuan b3d1 dan b2d2 tetapi berbeda nyata dengan perlakuan b1d1, b2d1, b1d2, b3d3, b3d2, dan b2d3. Pada perlakuan b2d1 tidak berbeda nyata dengan perlakuan b1d2 dan b3d3 tetapi berbeda nyata dengan perlakuan b1d1, b3d1, b2d2, b1d3, b3d2, dan b2d3. Pada perlakuan b1d2 tidak berbeda nyata dengan perlakuan b2d1 dan b3d3 tetapi berbeda nyata dengan perlakuan b1d1, b3d1, b2d2, b1d3, b3d2, dan b2d3. Pada perlakuan b3d3 tidak berbeda nyata dengan perlakuan b2d1 dan b1d2 tetapi berbeda nyata dengan perlakuan b1d1, b3d1, b2d2, b1d3, b3d2, dan b2d3. Pada perlakuan b3d2 tidak berbeda nyata dengan perlakuan b1d1, b3d1, b2d2, b1d3, b2d1, b1d2, b3d3, dan b2d3. Pada perlakuan b2d3 tidak berbeda nyata dengan perlakuan b1d1, b3d1, b2d2, b1d3, b2d1, b1d2, b3d3, dan b3d2.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SSR 5% | LSR 5% | Perlakuan | Rata-Rata Perlakuan | Perlakuan | | | Taraf Nyata 5% |
| 1 | 2 | 3 |
|  |  | b1d1 | 24.630 |  |  |  | a |
| 3 | 1.593 | b1d2 | 26.023 | 1.393 tn |  |  | a |
| 3.15 | 1.673 | b1d3 | 28.407 | 3.777\* | 2.384\* |  | b |

### **Tabel 19. Pengaruh B1 terhadap D Analisis zat warna**

### **Tabel 20. Pengaruh B2 terhadap D Analisis zat warna**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SSR 5% | LSR 5% | Perlakuan | Rata-Rata Perlakuan | Perlakuan | | | Taraf Nyata 5% |
| 1 | 2 | 3 |
|  |  | b1d1 | 24.630 |  |  |  | a |
| 3 | 1.593 | b1d2 | 26.023 | 1.393 tn |  |  | a |
| 3.15 | 1.673 | b1d3 | 28.407 | 3.777\* | 2.384\* |  | b |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SSR 5% | LSR 5% | Perlakuan | Rata-Rata Perlakuan | Perlakuan | | | Taraf Nyata 5% |
| 1 | 2 | 3 |
|  |  | b2d1 | 32.583 |  |  |  | a |
| 3 | 1.593 | b2d2 | 35.000 | 2.417\* |  |  | b |
| 3.15 | 1.673 | b2d3 | 43.147 | 10.564\* | 8.147\* |  | c |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SSR 5% | LSR 5% | Perlakuan | Rata-Rata Perlakuan | Perlakuan | | | Taraf Nyata 5% |
| 1 | 2 | 3 |
|  |  | b3d1 | 28.250 |  |  |  | a |
| 3 | 1.593 | b3d2 | 32.360 | 4.110\* |  |  | b |
| 3.15 | 1.673 | b3d3 | 33.540 | 5.290\* | 1.18 tn |  | b |

### **Tabel 21. Pengaruh B3 terhadap D Analisis zat warna**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SSR 5% | LSR 5% | Perlakuan | Rata-Rata Perlakuan | Perlakuan | | | Taraf Nyata 5% |
| 1 | 2 | 3 |
|  |  | b1d1 | 24.630 |  |  |  | A |
| 3 | 1.593 | b3d1 | 28.250 | 3.620\* |  |  | B |
| 3.15 | 1.673 | b2d1 | 32.583 | 7.953\* | 4.333\* |  | C |

### **Tabel 22. Pengaruh D1 terhadap B Analisis zat warna**

### **Tabel 23. Pengaruh D2 terhadap B Analisis zat warna**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SSR 5% | LSR 5% | Perlakuan | Rata-Rata Perlakuan | Perlakuan | | | Taraf Nyata 5% |
| 1 | 2 | 3 |
|  |  | b1d2 | 26.023 |  |  |  | A |
| 3 | 1.593 | b2d2 | 32.360 | 6.337\* |  |  | B |
| 3.15 | 1.673 | b3d2 | 35.000 | 8.977\* | 2.640\* |  | C |

### **Tabel 24. Pengaruh D3 terhadap B Analisis zat warna**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SSR 5% | LSR 5% | Perlakuan | Rata-Rata Perlakuan | Perlakuan | | | Taraf Nyata 5% |
| 1 | 2 | 3 |
|  |  | b1d3 | 28.407 |  |  |  | A |
| 3 | 1.593 | b3d3 | 33.540 | 5.133\* |  |  | B |
| 3.15 | 1.673 | b2d3 | 43.147 | 14.740\* | 9.607\* |  | C |

### **Tabel 25. Pengaruh interaksi antara faktor B dan faktor D Analisis zat warna**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| KONSENTRASI LARUTAN ALKALI | LAMA PERENDAMAN | | |
| 18 Jam (d1) | 24 Jam (d2) | 30 Jam (d3) |
| (Nilai Rataan ± Standar Deviasi) | | | |
| 3% (b1) | A | A | A |
| 24.630±0,941 | 26.023±2,900 | 28.407±0,933 |
| a | a | b |
| 5% (b2) | C | B | C |
| 32.583±2,900 | 35.000±3,236 | 43.147±0,386 |
| a | b | C |
| 7% (b3) | B | C | B |
| 28.250±0,995 | 32.360±2,963 | 33.540±1,241 |
| a | b | b |

## Lampiran 10. Hasil Analisis Tekstur Kekerasan Penelitian Utama

* Jagung sebelum nikstamalisasi

= 0,0035 mm/gram detik

* Jagung nikstamal

= 0,0052 mm/gram detik

## Lampiran 11. Hasil Rendemen Penelitian Utama

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **KODE** | **ULANGAN** | **W Awal Jagung (g)** | **W Jagung Nikstamalisasi (g)** | **Rendemen Jagung (%)** |
| b1d1 | **1** | 35.400 | 27.375 | 77.331 |
| b1d2 | 30.820 | 25.453 | 82.586 |
| b1d3 | 32.553 | 28.897 | 88.769 |
| b2d1 | 30.120 | 20.675 | 68.642 |
| b2d2 | 37.242 | 26.764 | 71.865 |
| b2d3 | 32.153 | 28.286 | 87.973 |
| b3d1 | 26.753 | 18.853 | 70.471 |
| b3d2 | 34.886 | 24.811 | 71.120 |
| b3d3 | 32.975 | 28.810 | 87.369 |
| b1d1 | **2** | 34.297 | 30.022 | 87.535 |
| b1d2 | 39.775 | 35.253 | 88.631 |
| b1d3 | 31.331 | 27.975 | 89.289 |
| b2d1 | 39.765 | 27.886 | 70.127 |
| b2d2 | 34.150 | 26.286 | 76.972 |
| b2d3 | 33.110 | 29.043 | 87.717 |
| b3d1 | 39.675 | 28.297 | 71.322 |
| b3d2 | 34.597 | 26.221 | 75.790 |
| b3d3 | 32.765 | 28.310 | 86.403 |
| b1d1 | **3** | 34.523 | 29.055 | 84.161 |
| b1d2 | 38.654 | 33.455 | 86.550 |
| b1d3 | 33.331 | 29.954 | 89.868 |
| b2d1 | 38.556 | 28.446 | 73.778 |
| b2d2 | 35.170 | 27.396 | 77.896 |
| b2d3 | 34.220 | 29.045 | 84.877 |
| b3d1 | 38.745 | 29.410 | 75.907 |
| b3d2 | 35.475 | 28.412 | 80.090 |
| b3d3 | 34.521 | 27.412 | 79.407 |

### **Tabel 26. Data Rendemen**

### **Tabel 27. Data Asli Rendemen**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **DATA ASLI RENDEMEN** | | | | | | |
| Faktor B | Kelompok | Faktor D | | | Total Perlakuan | Rata-Rata |
| 18 Jam | 24 Jam | 30 Jam |
| 3% | 1 | 77.331 | 82.586 | 88.769 | 248.686 | 82.895 |
| 2 | 87.535 | 88.631 | 89.289 | 265.455 | 88.485 |
| 3 | 84.161 | 86.550 | 89.868 | 260.579 | 86.860 |
| SUB TOTAL | | 249.027 | 257.767 | 267.926 | 774.720 | 258.240 |
| RATA-RATA SUB TOTAL | | 83.009 | 85.922 | 89.309 | 258.240 | 86.080 |
| 5% | 1 | 68.642 | 71.865 | 87.973 | 228.480 | 76.160 |
| 2 | 70.127 | 76.972 | 87.717 | 234.816 | 78.272 |
| 3 | 73.778 | 77.896 | 84.877 | 236.551 | 78.850 |
| SUB TOTAL | | 212.547 | 226.733 | 260.567 | 699.847 | 233.282 |
| RATA-RATA SUB TOTAL | | 70.849 | 75.578 | 86.856 | 233.282 | 77.761 |
| 7% | 1 | 70.471 | 71.120 | 87.369 | 228.960 | 76.320 |
| 2 | 71.322 | 75.790 | 86.403 | 233.515 | 77.838 |
| 3 | 75.907 | 80.090 | 79.407 | 235.404 | 78.468 |
| SUB TOTAL | | 217.700 | 227.000 | 253.179 | 697.879 | 232.626 |
| RATA-RATA SUB TOTAL | | 72.567 | 75.667 | 84.393 | 232.626 | 77.542 |
| Jumlah | | 679.274 | 711.500 | 781.672 | 2172.446 | 724.149 |
| Rata-Rata | | 75.475 | 79.056 | 86.852 | 241.383 | 80.461 |

r = 3

k = 3

t = 3

= 609,184

### **Tabel 28. Anava Analisis Rendemen**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F Hitung | F Tabel 5% |
| Kelompok | 2 | 54.223169 | 27.111585 |  |  |
| Perlakuan | 8 | 1117.487029 | 139.685879 |  |  |
| Konsentrasi Larutan (B) | 2 | 426.458461 | 213.229230 | 21.9565\* | 3.63 |
| Lama Perendaman (D) | 2 | 609.184262 | 304.592131 | 31.3643\* | 3.63 |
| Interaksi BD | 4 | 81.844307 | 20.461077 | 2.1069\* | 3.01 |
| Galat | 16 | 155.383069 | 9.711442 |  |  |
| Total | 26 | 1327.093267 | 51.042049 |  |  |

Keterangan : tn = tidak berpengaruh : \* = berpengaruh

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel anava untuk konsentrasi larutan (B) dapat diketahui bahwa F hitung ≥ F tabel pada taraf 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa setiap perlakuan berpengaruh dalam hal rendemen sehingga dilanjutkan Pengaruh.

Berdasarkan tabel anava untuk lama perendaman (D) dapat diketahui bahwa F hitung ≥ F tabel pada taraf 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa setiap perlakuan berpengaruh dalam hal rendemen sehingga dilanjutkan Pengaruh.

Berdasarkan tabel anava untuk interaksi konsentrasi larutan dan lama perendaman (BD) dapat diketahui bahwa F hitung ≥ F tabel pada taraf 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa setiap perlakuan berpengaruh dalam hal rendemen sehingga dilanjutkan Pengaruh

### **Tabel 29. Pengaruh terhadap konsentrasi larutan alkali (B) Rendemen**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SSR 5% | LSR 5% | Perlakuan | Rata-Rata Perlakuan | Perlakuan | | | Taraf Nyata 5% |
| 1 | 2 | 3 |
|  |  | b3 | 232.63 | - |  |  | a |
| 3 | 3.82 | b2 | 233.28 | 0.66 tn |  |  | a |
| 3.15 | 4.01 | b1 | 258.24 | 25.61\* | 24.96\* | - | b |

Keterangan : tn = tidak berpengaruh : \* = berpengaruh

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SSR 5% | LSR 5% | Perlakuan | Rata-Rata Perlakuan | Perlakuan | | | Taraf Nyata 5% |
| 1 | 2 | 3 |
|  |  | d1 | 75.475 |  |  |  | a |
| 3 | 3.82 | d3 | 79.056 | 3.581 tn |  |  | a |
| 3.15 | 4.01 | d2 | 86.852 | 11.378\* | 7.797\* |  | b |

### **Tabel 30. Pengaruh terhadap lama perendaman (D) Rendemen**

Keterangan : tn = tidak berpengaruh : \* = berpengaruh

### **Tabel 31. Pengaruh interaksi konsentrasi larutan alkali (B) terhadap lama perendaman (D) Rendemen**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SSR 5% | LSR 5% | Perlakuan | Rata-Rata Perlakuan | Perlakuan | | | | | | | | | Taraf Nyata 5% |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|  |  | b2d1 | 70.849 | - |  |  |  |  |  |  |  |  | a |
| 3 | 3.816 | b3d1 | 72.567 | 1.718 tn |  |  |  |  |  |  |  |  | ab |
| 3.15 | 4.007 | b2d2 | 75.578 | 4.729\* | 3.011 tn |  |  |  |  |  |  |  | b |
| 3.23 | 4.109 | b3d2 | 75.667 | 4.818\* | 3.100 tn | 0.089 tn |  |  |  |  |  |  | b |
| 3.3 | 4.198 | b1d1 | 83.009 | 12.160\* | 10.442\* | 7.431\* | 7.342\* |  |  |  |  |  | c |
| 3.34 | 4.248 | b3d3 | 84.393 | 13.544\* | 11.826\* | 8.815\* | 8.726\* | 1.384 tn |  |  |  |  | c |
| 3.37 | 4.287 | b1d2 | 85.922 | 15.073\* | 13.355\* | 10.344\* | 10.255\* | 2.913 tn | 1.529 tn |  |  |  | cd |
| 3.39 | 4.312 | b2d3 | 86.856 | 16.007\* | 14.289\* | 11.278\* | 11.189\* | 2.463tn | 2.463tn | 0.934 tn |  |  | cd |
| 3.41 | 4.338 | b1d3 | 89.309 | 18.460\* | 16.742\* | 13.731\* | 13.642\* | 6.300\* | 4.916\* | 3.387 tn | 2.453 tn | - | d |

Kesimpulan :

Berdasarkan hasil uji lanjut Duncan dapat diketahui bahwa pada respon rendemen perlakuan b2d1 tidak berbeda nyata dengan perlakuan b3d1 tetapi berbeda nyata dengan perlakuan b2d2, b3d2, b1d1, b3d3, b1d2, b2d3, b1d3. Pada perlakuan b3d1 tidak berbeda nyata dengan perlakuan b2d1, b2d2, dan b3d2 tetapi berbeda nyata dengan perlakuan b1d1, b3d3, b1d2, b2d3, dan b1d3. Pada perlakuan b2d2 tidak berbeda nyata dengan perlakuan b2d1, b3d1, dan b3d2 tetapi berbeda nyata dengan perlakuan b1d1, b3d3, b1d2, b2d3, dan b1d3. Pada perlakuan b3d2 tidak berbeda nyata dengan perlakuan b2d1, b3d1, dan b2d2, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan b1d1, b3d3, b1d2, b2d3, dan b1d3. Pada perlakuan b1d1 tidak berbeda nyata dengan perlakuan b3d3, b1d2, b2d3 tetapi berbeda nyata dengan perlakuan b2d1, b3d1, b2d2, b3d2, dan b1d3. Pada perlakuan b3d3 tidak berbeda nyata dengan perlakuan b1d1, b1d2, dan b2d3 tetapi berbeda nyata dengan perlakuan b2d1, b3d1, b2d2, b3d2, b1d1, dan b1d3. Pada perlakuan b1d2 tidak berbeda nyata dengan perlakuan b1d1, b3d3, b2d3 dan b1d3 tetapi berbeda nyata dengan perlakuan b2d1, b3d1, b2d2, dan b3d2. Pada perlakuan b2d3 tidak berbeda nyata dengan perlakuan b1d1, b3d3, dan b1d2 tetapi berbeda nyata dengan perlakuan b2d1, b3d1, b2d2, b3d2 dan b1d3. Pada perlakuan b1d3 tidak berbeda nyata dengan perlakuan b1d2, dan b2d3, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan b2d1, b3d1, b2d2, b3d2, b1d1, dan b3d3.

### **Tabel 32. Pengaruh B1 terhadap D Rendemen**

### **Tabel 33. Pengaruh B2 terhadap D Rendemen**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SSR 5% | LSR 5% | Perlakuan | Rata-Rata Perlakuan | Perlakuan | | | Taraf Nyata 5% |
| 1 | 2 | 3 |
|  |  | b1d1 | 83.009 |  |  |  | a |
| 3 | 5.397 | b1d2 | 85.922 | 2.913 tn |  |  | a |
| 3.15 | 5.667 | b1d3 | 89.309 | 6.300\* | 3.387 tn |  | b |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SSR 5% | LSR 5% | Perlakuan | Rata-Rata Perlakuan | Perlakuan | | | Taraf Nyata 5% |
| 1 | 2 | 3 |
|  |  | b2d1 | 70.849 |  |  |  | a |
| 3 | 5.397 | b2d2 | 75.578 | 4.729 tn |  |  | a |
| 3.15 | 5.667 | b2d3 | 86.856 | 16.007\* | 11.278\* |  | b |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SSR 5% | LSR 5% | Perlakuan | Rata-Rata Perlakuan | Perlakuan | | | Taraf Nyata 5% |
| 1 | 2 | 3 |
|  |  | b3d1 | 72.567 |  |  |  | a |
| 3 | 5.397 | b3d2 | 75.667 | 3.100 tn |  |  | a |
| 3.15 | 5.667 | b3d3 | 84.393 | 11.826\* | 8.73\* |  | b |

### **Tabel 34. Pengaruh B3 terhadap D Rendemen**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SSR 5% | LSR 5% | Perlakuan | Rata-Rata Perlakuan | Perlakuan | | | Taraf Nyata 5% |
| 1 | 2 | 3 |
|  |  | b2d1 | 70.849 |  |  |  | A |
| 3 | 5.397 | b3d1 | 72.567 | 1.718 tn |  |  | A |
| 3.15 | 5.667 | b1d1 | 85.922 | 15.073\* | 13.355\* |  | B |

### **Tabel 35. Pengaruh D1 terhadap B Rendemen**

### **Tabel 36. Pengaruh D2 terhadap B Rendemen**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SSR 5% | LSR 5% | Perlakuan | Rata-Rata Perlakuan | Perlakuan | | | Taraf Nyata 5% |
| 1 | 2 | 3 |
|  |  | b2d2 | 75.578 |  |  |  | A |
| 3 | 5.397 | b3d2 | 75.667 | 0.089 tn |  |  | A |
| 3.15 | 5.667 | b1d2 | 85.922 | 10.344\* | 10.255\* |  | B |

### **Tabel 37. Pengaruh D3 terhadap B Rendemen**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SSR 5% | LSR 5% | Perlakuan | Rata-Rata Perlakuan | Perlakuan | | | Taraf Nyata 5% |
| 1 | 2 | 3 |
|  |  | b3d3 | 84.393 |  |  |  | A |
| 3 | 5.397 | b2d3 | 86.856 | 2.463 tn |  |  | A |
| 3.15 | 5.667 | b1d3 | 89.309 | 4.916 tn | 2.453 tn |  | A |

### **Tabel 38. Pengaruh interaksi antara faktor B dan faktor D rendemen**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| KONSENTRASI LARUTAN ALKALI Ca(OH)2 | LAMA PERENDAMAN | | |
| 18 Jam (d1) | 24 Jam (d2) | 30 Jam(d3) |
| (Nilai Rataan ± Standar Deviasi) | | | |
| 3% (b1) | A | A | A |
| 83.009±5,198 | 85.922±3,070 | 89.309±0,549 |
| a | a | b |
| 5% (b2) | A | A | A |
| 70.849±2,643 | 75.578±3,248 | 86.856±1,718 |
| a | a | b |
| 7% (b3) | B | B | A |
| 72.567±2,923 | 75.667±4,486 | 84.393±4,344 |
| a | a | b |

## Lampiran 12. Hasil Analisis pH

### **Tabel 39. Data Analisis pH**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| KODE | ULANGAN | W Sampel (g) | pH |
| b1d1 |  | 1.180 | 11.50 |
| b1d2 |  | 1.060 | 11.48 |
| b1d3 |  | 1.310 | 11.77 |
| b2d1 | **1** | 1.270 | 12.26 |
| b2d2 |  | 1.170 | 12.18 |
| b2d3 |  | 1.170 | 12.12 |
| b3d1 |  | 1.260 | 13.04 |
| b3d2 |  | 1.030 | 13.17 |
| b3d3 |  | 1.290 | 13.27 |
| b1d1 |  | 1.450 | 11.53 |
| b1d2 |  | 1.300 | 11.07 |
| b1d3 |  | 1.250 | 11.65 |
| b2d1 |  | 1.220 | 12.31 |
| b2d2 | **2** | 1.160 | 12.25 |
| b2d3 |  | 1.170 | 12.37 |
| b3d1 |  | 1.350 | 13.23 |
| b3d2 |  | 1.320 | 13.24 |
| b3d3 |  | 1.360 | 13.37 |
| b1d1 |  | 1.210 | 11.02 |
| b1d2 |  | 1.140 | 11.52 |
| b1d3 |  | 1.080 | 11.06 |
| b2d1 |  | 1.310 | 12.34 |
| b2d2 | **3** | 1.230 | 12.15 |
| b2d3 |  | 1.240 | 12.06 |
| b3d1 |  | 1.350 | 13.11 |
| b3d2 |  | 1.120 | 13.14 |
| b3d3 |  | 1.200 | 13.29 |

### **Tabel 40. Data Analisis pH**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Faktor B | Kelompok | Faktor D | | | Total Perlakuan | Rata-Rata |
| 18 Jam | 24 Jam | 30 Jam |
| 3% | 1 | 11.500 | 11.480 | 11.770 | 34.750 | 11.583 |
| 2 | 11.530 | 11.070 | 11.650 | 34.250 | 11.417 |
| 3 | 11.020 | 11.520 | 11.060 | 33.600 | 11.200 |
| SUB TOTAL | | 34.050 | 34.070 | 34.480 | 102.600 | 34.200 |
| RATA-RATA SUB TOTAL | | 11.350 | 11.357 | 11.493 | 34.200 | 11.400 |
| 5% | 1 | 12.260 | 12.180 | 12.120 | 36.560 | 12.187 |
| 2 | 12.310 | 12.250 | 12.370 | 36.930 | 12.310 |
| 3 | 12.340 | 12.150 | 12.060 | 36.550 | 12.183 |
| SUB TOTAL | | 36.910 | 36.580 | 36.550 | 110.040 | 36.680 |
| RATA-RATA SUB TOTAL | | 12.303 | 12.193 | 12.183 | 36.680 | 12.227 |
| 7% | 1 | 13.040 | 13.170 | 13.270 | 39.480 | 13.160 |
| 2 | 13.230 | 13.240 | 13.370 | 39.840 | 13.280 |
| 3 | 13.110 | 13.140 | 13.290 | 39.540 | 13.180 |
| SUB TOTAL | | 39.380 | 39.550 | 39.930 | 118.860 | 39.620 |
| RATA-RATA SUB TOTAL | | 13.127 | 13.183 | 13.310 | 39.620 | 13.207 |
| Jumlah | | 110.340 | 110.200 | 110.960 | 331.500 | 110.500 |
| Rata-Rata | | 12.260 | 12.244 | 12.329 | 36.833 | 12.278 |

r = 3

k = 3

t = 3

= 0,036

### **Tabel 41. Anava Analisis pH**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F Hitung | F Tabel 5% |
| Kelompok | 2 | 0.112289 | 0.056144 |  |  |
| Perlakuan | 8 | 14.842200 | 1.855275 |  |  |
| Konsentrasi Larutan (B) | 2 | 14.723467 | 7.361733 | 211.7046\* | 3.63 |
| Lama Perendaman (D) | 2 | 0.036356 | 0.018178 | 0.5227 tn | 3.63 |
| Interaksi BD | 4 | 0.082378 | 0.020594 | 0.5922 tn | 3.01 |
| Galat | 16 | 0.556378 | 0.034774 |  |  |
| Total | 26 | 15.510867 | 0.596572 |  |  |

Keterangan : tn = tidak berpengaruh : \* = berpengaruh

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel anava untuk konsentrasi larutan (B) dapat diketahui bahwa F hitung ≥ F tabel pada taraf 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa setiap perlakuan berpengaruh dalam hal analisis pH sehingga dilanjutkan Pengaruh.

Berdasarkan tabel anava untuk lama perendaman (D) dapat diketahui bahwa F hitung < F tabel pada taraf 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa setiap perlakuan tidak berpengaruh dalam hal analisis pH sehingga tidak dilanjutkan Pengaruh.

Berdasarkan tabel anava untuk interaksi konsentrasi larutan dan lama perendaman (BD) dapat diketahui bahwa F hitung < F tabel pada taraf 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa setiap perlakuan tidak berpengaruh dalam hal analisis pH sehingga dilanjutkan Pengaruh.

### **Tabel 42. Pengaruh terhadap konsentrasi Larutan alkali (B) Analisis pH**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SSR 5% | LSR 5% | Perlakuan | Rata-Rata Perlakuan | Perlakuan | | | Taraf Nyata 5% |
| 1 | 2 | 3 |
|  |  | b1 | 11.400 | - |  |  | a |
| 3 | 0.0071 | b2 | 12.227 | 0.83\* |  |  | b |
| 3.15 | 0.0075 | b3 | 13.207 | 1.81\* | 0.98\* | - | c |

## Lampiran 13. Hasil Analisis Kadar Serat Penelitian Utama

### **Tabel 43. Data Analisis Kadar Serat**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kode** | **Ulangan** | **W Sampel (g)** | **W Kertas Saring Konstan (g)** | **W Kertas Saring + Sampel Konstan (g)** | **Kadar Serat (%)** |
| b1d1 | **1** | 1.200 | 0.970 | 1.000 | 2.500 |
| b1d2 | 1.240 | 0.960 | 0.990 | 2.419 |
| b1d3 | 1.460 | 0.970 | 1.000 | 2.055 |
| b2d1 | 1.010 | 0.970 | 1.000 | 2.970 |
| b2d2 | 1.040 | 0.970 | 1.000 | 2.885 |
| b2d3 | 1.440 | 0.960 | 0.980 | 1.389 |
| b3d1 | 1.070 | 0.950 | 0.980 | 2.804 |
| b3d2 | 1.350 | 0.970 | 1.000 | 2.222 |
| b3d3 | 1.310 | 0.980 | 1.000 | 1.527 |
| b1d1 | **2** | 1.420 | 0.990 | 1.030 | 2.817 |
| b1d2 | 1.300 | 0.950 | 0.980 | 2.308 |
| b1d3 | 1.270 | 0.970 | 1.000 | 2.362 |
| b2d1 | 1.020 | 0.950 | 0.980 | 2.941 |
| b2d2 | 1.150 | 0.950 | 0.980 | 2.609 |
| b2d3 | 1.130 | 0.980 | 1.000 | 1.770 |
| b3d1 | 1.020 | 0.960 | 0.980 | 1.961 |
| b3d2 | 1.010 | 1.000 | 1.020 | 1.980 |
| b3d3 | 1.030 | 0.980 | 1.000 | 1.942 |
| b1d1 | **3** | 1.010 | 0.970 | 0.990 | 1.980 |
| b1d2 | 1.190 | 1.000 | 1.020 | 1.681 |
| b1d3 | 1.050 | 0.970 | 0.990 | 1.905 |
| b2d1 | 1.050 | 1.000 | 1.030 | 2.857 |
| b2d2 | 1.230 | 0.960 | 0.990 | 2.439 |
| b2d3 | 1.340 | 0.950 | 0.970 | 1.493 |
| b3d1 | 1.056 | 1.000 | 1.020 | 1.894 |
| b3d2 | 1.110 | 0.970 | 0.990 | 1.802 |
| b3d3 | 1.345 | 0.970 | 1.000 | 2.230 |

### **Tabel 44. Data Asli Analisis Kadar Serat**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **DATA ASLI UJI KADAR SERAT** | | | | | | |
| Faktor B | Kelompok | Faktor D | | | Total Perlakuan | Rata-Rata |
| 18 Jam | 24 Jam | 30 Jam |
| 3% | 1 | 2.500 | 2.419 | 2.055 | 6.974 | 2.325 |
| 2 | 2.817 | 2.308 | 2.362 | 7.487 | 2.496 |
| 3 | 1.980 | 1.681 | 1.905 | 5.566 | 1.855 |
| SUB TOTAL | | 7.297 | 6.408 | 6.322 | 20.027 | 6.676 |
| RATA-RATA SUB TOTAL | | 2.432 | 2.136 | 2.107 | 6.676 | 2.225 |
| 5% | 1 | 2.970 | 2.885 | 1.389 | 7.244 | 2.415 |
| 2 | 2.941 | 2.609 | 1.770 | 7.320 | 2.440 |
| 3 | 2.857 | 2.439 | 1.493 | 6.789 | 2.263 |
| SUB TOTAL | | 8.768 | 7.933 | 4.652 | 21.353 | 7.118 |
| RATA-RATA SUB TOTAL | | 2.923 | 2.644 | 1.551 | 7.118 | 2.373 |
| 7% | 1 | 2.804 | 2.222 | 1.527 | 6.553 | 2.184 |
| 2 | 1.961 | 1.980 | 1.942 | 5.883 | 1.961 |
| 3 | 1.894 | 1.802 | 2.230 | 5.926 | 1.975 |
| SUB TOTAL | | 6.659 | 6.004 | 5.699 | 18.362 | 6.121 |
| RATA-RATA SUB TOTAL | | 2.220 | 2.001 | 1.900 | 6.121 | 2.040 |
| Jumlah | | 22.724 | 20.345 | 16.673 | 59.742 | 19.914 |
| Rata-Rata | | 2.525 | 2.261 | 1.853 | 6.638 | 2.213 |

r = 3

k = 3

t = 3

= 2,065

### **Tabel 45. Anava Analisis Kadar Serat**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F Hitung | F Tabel 5% |
| Kelompok | 2 | 0.444813 | 0.222406 |  |  |
| Perlakuan | 8 | 4.009759 | 0.501220 |  |  |
| Konsentrasi Larutan (B) | 2 | 0.499133 | 0.249566 | 2.9010 tn | 3.63 |
| Lama Perendaman (D) | 2 | 2.065105 | 1.032552 | 12.0025\* | 3.63 |
| Interaksi BD | 4 | 1.445521 | 0.361380 | 4.2007\* | 3.01 |
| Galat | 16 | 1.376447 | 0.086028 |  |  |
| Total | 26 | 5.831018 | 0.224270 |  |  |

Keterangan : tn = tidak berpengaruh : \* = berpengaruh

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel anava untuk konsentrasi larutan (B) dapat diketahui bahwa F hitung < F tabel pada taraf 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa setiap perlakuan tidak berpengaruh dalam hal kadar serat sehingga tidak dilanjutkan Pengaruh.

Berdasarkan tabel anava untuk lama perendaman (D) dapat diketahui bahwa F hitung ≥ F tabel pada taraf 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa setiap perlakuan berpengaruh dalam hal kadar serat sehingga dilanjutkan Pengaruh.

Berdasarkan tabel anava untuk interaksi konsentrasi larutan dan lama perendaman (BD) dapat diketahui bahwa F hitung ≥ F tabel pada taraf 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa setiap perlakuan berpengaruh dalam hal kadar serat sehingga dilanjutkan Pengaruh.

### **Tabel 46. Pengaruh terhadap lama perendaman (D) Analisis kadar serat**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SSR 5% | LSR 5% | Perlakuan | Rata-Rata Perlakuan | Perlakuan | | | Taraf Nyata 5% |
| 1 | 2 | 3 |
|  |  | d3 | 1.853 |  |  |  | a |
| 3 | 0.438 | d2 | 2.261 | 0.408 tn |  |  | ab |
| 3.15 | 0.460 | d1 | 2.525 | 0.672\* | 0.264 tn |  | b |

Keterangan : tn = tidak berpengaruh : \* = berpengaruh

### **Tabel 47. Pengaruh interaksi konsentrasi larutan alkali (B) terhadap lama perendaman (D) Analisis kadar Serat**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SSR 5% | LSR 5% | Perlakuan | Rata-Rata Perlakuan | Perlakuan | | | | | | | | | Taraf Nyata 5% |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|  |  | b2d3 | 1.550 | - |  |  |  |  |  |  |  |  | a |
| 3 | 0.615 | b3d3 | 1.900 | 0.350 tn |  |  |  |  |  |  |  |  | ab |
| 3.15 | 0.645 | b3d2 | 2.001 | 0.451 tn | 0.101 tn |  |  |  |  |  |  |  | abc |
| 3.23 | 0.662 | b1d3 | 2.107 | 0.557 tn | 0.207 tn | 0.106 tn |  |  |  |  |  |  | abc |
| 3.3 | 0.676 | b1d2 | 2.136 | 0.586 tn | 0.236 tn | 0.135 tn | 0.029 tn |  |  |  |  |  | abc |
| 3.34 | 0.684 | b3d1 | 2.220 | 0.670 tn | 0.320 tn | 0.219 tn | 0.113 tn | 0.084 tn |  |  |  |  | abc |
| 3.37 | 0.691 | b1d1 | 2.432 | 0.882\* | 0.532 tn | 0.431 tn | 0.325 tn | 0.296 tn | 0.212 tn |  |  |  | bcd |
| 3.39 | 0.695 | b2d2 | 2.644 | 1.094\* | 0.744\* | 0.643 tn | 0.537 tn | 0.424 tn | 0.424 tn | 0.212 tn |  |  | cd |
| 3.41 | 0.699 | b2d1 | 2.923 | 1.373\* | 1.023\* | 0.922\* | 0.816\* | 0.787\* | 0.703\* | 0.491 tn | 0.279 tn | - | d |

Kesimpulan :

Berdasarkan hasil uji lanjut Duncan dapat diketahui bahwa pada respon kadar serat perlakuan b2d3 tidak berbeda nyata dengan perlakuan b3d3, b3d2, b1d3, b1d2, b3d1, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan b1d1, b2d2, dan b2d1. Pada perlakuan b3d3 tidak berbeda nyata dengan perlakuan b3d2, b1d3, b1d2, dan b3d1 tetapi berbeda nyata dengan perlakuan b2d3, b1d1, b2d2, dan b2d1. Pada perlakuan b3d2 tidak berbeda nyata dengan perlakuan b1d3, b1d2, dan b3d1 tetapi berbeda nyata dengan perlakuan b2d3, b3d3, b1d1, b2d2, dan b2d1. Pada perlakuan b1d3 tidak berbeda nyata dengan perlakuan b3d2, b1d2, dan b3d1, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan b2d3, b3d3, b1d1, b2d2, dan b2d1. Pada perlakuan b1d2 tidak berbeda nyata dengan perlakuan b3d2, b1d3, dan b3d1 tetapi berbeda nyata dengan perlakuan b2d3, b3d3, b1d1, b2d2, dan b2d1. Pada perlakuan b3d1 tidak berbeda nyata dengan perlakuan b3d2, b1d3, dan b1d2 dan b3d1 tetapi berbeda nyata dengan perlakuan b2d3, b3d3, b1d1, b2d2, dan b2d1. Pada perlakuan b1d1 berbeda nyata dengan perlakuan b2d3, b3d3, b3d2, b1d3, b1d2, b3d1, b2d2, dan b2d1. Pada perlakuan b2d2 berbeda nyata dengan perlakuan b2d3, b3d3, b3d2, b1d3, b1d2, b3d1, b1d1, dan b2d1. Pada perlakuan b2d1 tidak berbeda nyata dengan perlakuan b2d2, dan b1d1, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan b2d3, b3d3, b3d2, b1d3, b1d2, dan b3d1.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SSR 5% | LSR 5% | Perlakuan | Rata-Rata Perlakuan | Perlakuan | | | Taraf Nyata 5% |
| 1 | 2 | 3 |
|  |  | b1d3 | 2.107 |  |  |  | a |
| 3 | 0.438 | b1d2 | 2.136 | 0.029 tn |  |  | a |
| 3.15 | 0.460 | b1d1 | 2.432 | 0.325 tn | 0.296 tn |  | a |

### **Tabel 48. Pengaruh B1 terhadap D Analisis kadar serat**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SSR 5% | LSR 5% | Perlakuan | Rata-Rata Perlakuan | Perlakuan | | | Taraf Nyata 5% |
| 1 | 2 | 3 |
|  |  | b2d3 | 1.550 |  |  |  | a |
| 3 | 0.438 | b2d2 | 2.644 | 1.094\* |  |  | b |
| 3.15 | 0.460 | b2d1 | 2.923 | 1.373\* | 0.279 tn |  | b |

### **Tabel 49. Pengaruh B2 terhadap D Analisis kadar serat**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SSR 5% | LSR 5% | Perlakuan | Rata-Rata Perlakuan | Perlakuan | | | Taraf Nyata 5% |
| 1 | 2 | 3 |
|  |  | b3d3 | 1.900 |  |  |  | a |
| 3 | 0.438 | b3d2 | 2.001 | 0.101 tn |  |  | a |
| 3.15 | 0.460 | b3d1 | 2.220 | 0.320 tn | 0.22 tn |  | a |

### **Tabel 50. Pengaruh B3 terhadap D Analisis kadar serat**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SSR 5% | LSR 5% | Perlakuan | Rata-Rata Perlakuan | Perlakuan | | | Taraf Nyata 5% |
| 1 | 2 | 3 |
|  |  | b3d1 | 2.220 |  |  |  | A |
| 3 | 0.438 | b1d1 | 2.432 | 0.212 tn |  |  | A |
| 3.15 | 0.460 | b2d1 | 2.923 | 0.703\* | 0.491\* |  | B |

### **Tabel 51. Pengaruh D1 terhadap B Analisis kadar serat**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SSR 5% | LSR 5% | Perlakuan | Rata-Rata Perlakuan | Perlakuan | | | Taraf Nyata 5% |
| 1 | 2 | 3 |
|  |  | b3d2 | 2.001 |  |  |  | A |
| 3 | 0.438 | b1d2 | 2.136 | 0.135 tn |  |  | A |
| 3.15 | 0.460 | b2d2 | 2.644 | 0.643\* | 0.508\* |  | B |

### **Tabel 52. Pengaruh D2 terhadap B Analisis kadar serat**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SSR 5% | LSR 5% | Perlakuan | Rata-Rata Perlakuan | Perlakuan | | | Taraf Nyata 5% |
| 1 | 2 | 3 |
|  |  | b2d3 | 1.550 |  |  |  | A |
| 3 | 0.438 | b3d3 | 1.900 | 0.350 tn |  |  | A |
| 3.15 | 0.460 | b1d3 | 2.107 | 0.557\* | 0.207 tn |  | B |

### **Tabel 53. Pengaruh D3 terhadap B Analisis kadar serat**

### **Tabel 54. Pengaruh interaksi antara faktor B dan Faktor D Analisis kadar serat**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| KONSENTRASI LARUTAN ALKALI Ca(OH)2 | LAMA PERENDAMAN | | |
| 18 Jam (d1) | 24 Jam (d2) | 30 Jam (d3) |
| (Nilai Rataan ± Standar Deviasi) | | | |
| 3% (b1) | A | A | A |
| 2.432±0,422 | 2.136±0,397 | 2.107±0,232 |
| a | a | a |
| 5% (b2) | A | A | A |
| 2.923±0,058 | 2.644±0,225 | 1.550±0,196 |
| b | b | a |
| 7% (b3) | B | B | B |
| 2.220±0,507 | 2.001±0,210 | 1.900±0,353 |
| a | a | a |

## Lampiran 14. Hasil Analisis Kadar Pati Penelitian Utama

Data Hasil Analisi Kadar Pati Jagung Nikstamalisasi

Rumus : Kadar Pati =

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| KODE | ULANGAN | W Sampel (g) | V Titrasi (mL) | V ThioSulfat (mL) | Gula Inverst (mg) | Kadar Pati |
| b1d1 |  | 1.180 | 7.700 | 4.670 | 11.370 | 43.370 |
| b1d2 |  | 1.060 | 7.900 | 4.470 | 10.870 | 45.730 |
| b1d3 |  | 1.310 | 7.200 | 5.180 | 12.650 | 48.280 |
| b2d1 | **1** | 1.270 | 7.550 | 4.470 | 4.830 | 46.365 |
| b2d2 |  | 1.170 | 7.800 | 4.360 | 10.970 | 45.780 |
| b2d3 |  | 1.170 | 7.300 | 5.080 | 12.410 | 47.740 |
| b3d1 |  | 1.260 | 7.600 | 4.770 | 11.620 | 41.510 |
| b3d2 |  | 1.030 | 8.400 | 3.960 | 9.600 | 41.940 |
| b3d3 |  | 1.290 | 7.100 | 5.280 | 12.920 | 45.060 |
| b1d1 |  | 1.450 | 7.300 | 5.080 | 12.410 | 42.793 |
| b1d2 |  | 1.300 | 7.600 | 4.770 | 11.649 | 41.936 |
| b1d3 |  | 1.250 | 7.400 | 4.980 | 12.150 | 43.740 |
| b2d1 |  | 1.220 | 7.700 | 4.678 | 11.395 | 42.030 |
| b2d2 | **2** | 1.160 | 7.950 | 4.523 | 11.159 | 42.737 |
| b2d3 |  | 1.170 | 7.690 | 4.680 | 11.400 | 46.850 |
| b3d1 |  | 1.350 | 7.100 | 5.280 | 12.900 | 41.460 |
| b3d2 |  | 1.320 | 7.300 | 5.080 | 12.410 | 42.300 |
| b3d3 |  | 1.360 | 7.230 | 5.156 | 12.590 | 41.658 |
| b1d1 |  | 1.210 | 7.630 | 4.740 | 11.573 | 43.040 |
| b1d2 |  | 1.140 | 7.790 | 4.586 | 11.165 | 44.072 |
| b1d3 |  | 1.080 | 7.530 | 4.851 | 11.827 | 49.282 |
| b2d1 |  | 1.310 | 7.400 | 4.980 | 12.150 | 44.090 |
| b2d2 | **3** | 1.230 | 7.750 | 4.727 | 12.350 | 44.220 |
| b2d3 |  | 1.240 | 7.340 | 5.044 | 12.310 | 44.676 |
| b3d1 |  | 1.350 | 7.450 | 4.932 | 12.031 | 40.103 |
| b3d2 |  | 1.120 | 7.300 | 5.080 | 12.410 | 45.030 |
| b3d3 |  | 1.200 | 7.700 | 4.670 | 11.370 | 42.630 |

### **Tabel 55. Data Analisis kadar Pati**

### **Tabel 56. Data Asli Analisis kadar Pati**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Faktor B | Kelompok | Faktor D | | | Total Perlakuan | Rata-Rata |
| 36 Jam | 48 Jam | 72 Jam |
| 3% | 1 | 43.370 | 45.730 | 48.280 | 137.380 | 45.793 |
| 2 | 42.793 | 41.936 | 43.740 | 128.469 | 42.823 |
| 3 | 43.040 | 44.072 | 49.282 | 136.394 | 45.465 |
| SUB TOTAL | | 129.203 | 131.738 | 141.302 | 402.243 | 134.081 |
| RATA-RATA SUB TOTAL | | 43.068 | 43.913 | 47.101 | 134.081 | 44.694 |
| 5% | 1 | 46.365 | 45.780 | 47.740 | 139.885 | 46.628 |
| 2 | 42.030 | 42.737 | 46.850 | 131.617 | 43.872 |
| 3 | 44.090 | 44.220 | 44.676 | 132.986 | 44.329 |
| SUB TOTAL | | 132.485 | 132.737 | 139.266 | 404.488 | 134.829 |
| RATA-RATA SUB TOTAL | | 44.162 | 44.246 | 46.422 | 134.829 | 44.943 |
| 7% | 1 | 41.510 | 41.940 | 45.060 | 128.510 | 42.837 |
| 2 | 41.460 | 42.300 | 41.658 | 125.418 | 41.806 |
| 3 | 40.103 | 45.030 | 42.630 | 127.763 | 42.588 |
| SUB TOTAL | | 123.073 | 129.270 | 129.348 | 381.691 | 127.230 |
| RATA-RATA SUB TOTAL | | 41.024 | 43.090 | 43.116 | 127.230 | 42.410 |
| Jumlah | | 384.761 | 393.745 | 409.916 | 1188.422 | 396.141 |
| Rata-Rata | | 42.751 | 43.749 | 45.546 | 132.047 | 44.016 |

r = 3

k = 3

t = 3

= 36,110

= 33,979

### **Tabel 57. Anava Analisis kadar Pati**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Sumber Keragaman | db | JK | KT | F Hitung | F Tabel 5% |
| Kelompok | 2 | 22.995970 | 11.497985 |  |  |
| Perlakuan | 8 | 80.716584 | 10.089573 |  |  |
| Konsentrasi Larutan (B) | 2 | 35.078813 | 17.539406 | 8.2588\* | 3.63 |
| Lama Perendaman (D) | 2 | 36.110649 | 18.055324 | 8.5018\* | 3.63 |
| Interaksi BD | 4 | 9.527123 | 2.381781 | 1.1215 tn | 3.01 |
| Galat | 16 | 33.979446 | 2.123715 |  |  |

Keterangan : tn = tidak berpengaruh : \* = berpengaruh

Kesimpulan :

Berdasarkan tabel anava untuk konsentrasi larutan (B) dapat diketahui bahwa F hitung ≥ F tabel pada taraf 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa setiap perlakuan berpengaruh dalam hal kadar pati sehingga dilanjutkan Pengaruh.

Berdasarkan tabel anava untuk lama perendaman (D) dapat diketahui bahwa F hitung ≥ F tabel pada taraf 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa setiap perlakuan berpengaruh dalam hal kadar pati sehingga dilanjutkan Pengaruh.

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SSR 5% | LSR 5% | Perlakuan | Rata-Rata Perlakuan | Perlakuan | | | Taraf Nyata 5% |
| 1 | 2 | 3 |
|  |  | b1d1 | 43.068 |  |  |  | a |
| 3 | 1.719 | b1d2 | 43.913 | 0.845 tn |  |  | a |
| 3.15 | 1.805 | b1d3 | 47.101 | 4.033\* | 3.188\* |  | b |

Berdasarkan tabel anava untuk interaksi konsentrasi larutan dan lama perendaman (BD) dapat diketahui bahwa F hitung < F tabel pada taraf 5% sehingga dapat disimpulkan bahwa setiap perlakuan tidak berpengaruh dalam hal kadar pati sehingga dilanjutkan Pengaruh.

### **Tabel 58. Pengaruh terhadap konsentrasi larutan (B) Analisis kadar pati**

Keterangan : tn = tidak berpengaruh : \* = berpengaruh

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SSR 5% | LSR 5% | Perlakuan | Rata-Rata Perlakuan | Perlakuan | | | Taraf Nyata 5% |
| 1 | 2 | 3 |
|  |  | b3 | 42.410 | - |  |  | a |
| 3 | 1.72 | b1 | 44.694 | 2.28\* |  |  | b |
| 3.15 | 1.80 | b2 | 44.943 | 2.53\* | 0.25 tn | - | b |

### **Tabel 59. Pengaruh terhadap lama perendaman (D) Analisis kadar pati**

Keterangan : tn = tidak berpengaruh : \* = berpengaruh

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SSR 5% | LSR 5% | Perlakuan | Rata-Rata Perlakuan | Perlakuan | | | Taraf Nyata 5% |
| 1 | 2 | 3 |
|  |  | b1d1 | 43.068 |  |  |  | a |
| 3 | 1.719 | b1d2 | 43.913 | 0.845 tn |  |  | a |
| 3.15 | 1.805 | b1d3 | 47.101 | 4.033\* | 3.188\* |  | b |

### **Tabel 60. Pengaruh B1 terhadap D Analisis kadar pati**

Keterangan : tn = tidak berpengaruh : \* = berpengaruh

### **Tabel 61. Pengaruh B2 terhadap D Analisis kadar pati**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SSR 5% | LSR 5% | Perlakuan | Rata-Rata Perlakuan | Perlakuan | | | Taraf Nyata 5% |
| 1 | 2 | 3 |
|  |  | b2d1 | 44.162 |  |  |  | a |
| 3 | 1.719 | b2d2 | 44.246 | 0.084\* |  |  | b |
| 3.15 | 1.805 | b2d3 | 46.422 | 2.260\* | 2.176\* |  | c |

### **Tabel 62. Pengaruh B3 terhadap D Analisis kadar pati**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SSR 5% | LSR 5% | Perlakuan | Rata-Rata Perlakuan | Perlakuan | | | Taraf Nyata 5% |
| 1 | 2 | 3 |
|  |  | b3d1 | 41.024 |  |  |  | a |
| 3 | 1.719 | b3d2 | 43.090 | 2.066\* |  |  | b |
| 3.15 | 1.805 | b3d3 | 43.116 | 2.092\* | 0.03 tn |  | c |

### **Tabel 63. Pengaruh D1 terhadap B Analisis kadar pati**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SSR 5% | LSR 5% | Perlakuan | Rata-Rata Perlakuan | Perlakuan | | | Taraf Nyata 5% |
| 1 | 2 | 3 |
|  |  | b3d1 | 41.024 |  |  |  | A |
| 3 | 1.719 | b1d1 | 43.068 | 2.044\* |  |  | B |
| 3.15 | 1.805 | b2d1 | 44.162 | 3.138\* | 1.094 tn |  | B |

### **Tabel 64. Pengaruh D2 terhadap B Analisis kadar pati**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SSR 5% | LSR 5% | Perlakuan | Rata-Rata Perlakuan | Perlakuan | | | Taraf Nyata 5% |
| 1 | 2 | 3 |
|  |  | b3d2 | 43.090 |  |  |  | A |
| 3 | 1.719 | b1d2 | 43.913 | 0.823 tn |  |  | A |
| 3.15 | 1.805 | b2d2 | 44.246 | 1.156 tn | 0.333 tn |  | A |

### **Tabel 65. Pengaruh D3 terhadap B Analisis kadar pati**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| SSR 5% | LSR 5% | Perlakuan | Rata-Rata Perlakuan | Perlakuan | | | Taraf Nyata 5% |
| 1 | 2 | 3 |
|  |  | b3d3 | 43.116 |  |  |  | A |
| 3 | 1.719 | b2d3 | 46.422 | 3.306\* |  |  | B |
| 3.15 | 1.805 | b1d3 | 47.101 | 3.985\* | 0.679 tn |  | B |

### **Tabel 66. Pengaruh interaksi antara faktor B dan faktor D Analisis kadar pati**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| KONSENTRASI LARUTAN ALKALI Ca(OH)2 | LAMA PERENDAMAN | | |
| 18 Jam (d1) | 24 Jam (d2) | 30 Jam (d3) |
| (Nilai Rataan ± Standar Deviasi) | | | |
| 3% (b1) | B | A | B |
| 43.068±0,289 | 43.913±1,902 | 47.101±2,953 |
| a | a | b |
| 5% (b2) | B | A | B |
| 44.162±2,168 | 44.246±1,521 | 46.422±1,576 |
| a | b | c |
| 7% (b3) | A | A | A |
| 41.024±0,798 | 43.090±1,689 | 43.116±2,312 |
| a | b | c |

**Lampiran 15. Uji Skoring Pemilihan Produk Terbaik Jagung Nikstamal**

**Rumus :**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Rentang kelas | = | Nilai rata-rata terbesar – Nilai rata-rata terkecil | |
| Banyak kelas | = 1 + 3,3 (log n), n : banyaknya sampel | | |
| Panjang kelas | = | r |  |
| b |  |
|  |  |  |  |

1. **Analisa pH**

* Rentang Kelas = 13,31 – 11,35 = 1,96
* Banyak Kelas = 4,15
* Panjang Kelas = 0,47

### **Tabel 67. Perhitungan Uji Skoring Range pH**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Range pH** | | **Skor** |
|  | 11,35 – 11,82 | 1 |
|  | 11,83 – 12,30 | 2 |
|  | 12,31 – 12,78 | 3 |
|  | 12,79 – 13,31 | 4 |

Catatan : \*Setiap nilai dilakukan penambahan 0,01

### **Tabel 68. Perhitungan Uji Skoring Analisis pH**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Perlakuan** | **Rata-Rata** | **Skor** |
| b1d1 | 11,35 | 1 |
| b1d2 | 11,35 | 1 |
| b1d3 | 11,49 | 1 |
| b2d1 | 12,30 | 2 |
| b2d2 | 12,19 | 2 |
| b2d3 | 12,18 | 2 |
| b3d1 | 13,12 | 4 |
| b3d2 | 13,18 | 4 |
| b3d3 | 13,31 | 4 |

Catatan : \*Nilai rata-rata paling kecil menunjukkan skor yang paling baik

1. **Analisa Zat Warna** 
   * Rentang kelas = 43,14 – 24,63 = 18,51

* Banyak Kelas = 4,15
* Panjang Kelas = 4,46

### **Tabel 69. Perhitungan Uji Skoring Range Zat Warna**

|  |  |
| --- | --- |
| **Range Zat Warna** | **Skor** |
| 24,63 – 29,09 | 4 |
| 29,1 – 33,56 | 3 |
| 33,57 – 38,03 | 2 |
| 38,04 – 43,14 | 1 |

Catatan : \*Setiap nilai dilakukan penambahan 0,01

### **Tabel 70. Perhitungan Uji Skoring Analisis Zat Warna**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Perlakuan** | **Rata-Rata** | **Skor** |
| b1d1 | 24,63 | 4 |
| b1d2 | 26,02 | 4 |
| b1d3 | 28,40 | 4 |
| b2d1 | 32,58 | 3 |
| b2d2 | 35,00 | 2 |
| b2d3 | 43,14 | 1 |
| b3d1 | 28,25 | 4 |
| b3d2 | 32,36 | 3 |
| b3d3 | 33,54 | 3 |

Catatan : \*Nilai rata-rata paling kecil menunjukkan skor yang paling baik

1. **Rendemen**
   * Rentang kelas = 89,30 – 70,84 = 18,46

* Banyak Kelas = 4,15
* Panjang Kelas = 4,45

### **Tabel 71. Perhitungan Uji Skoring Range Rendemen**

|  |  |
| --- | --- |
| **Range Rendemen** | **Skor** |
| 70,84 – 75,29 | 1 |
| 75,30 – 79,75 | 2 |
| 79,76 – 84,20 | 3 |
| 84,21 – 89,30 | 4 |

Catatan : \*Setiap nilai dilakukan penambahan 0,01

### **Tabel 72. Perhitungan Uji Skoring Rendemen**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Perlakuan** | **Rata-Rata** | **Skor** |
| b1d1 | 83,00 | 3 |
| b1d2 | 85,92 | 4 |
| b1d3 | 89,30 | 4 |
| b2d1 | 70,84 | 1 |
| b2d2 | 75,57 | 2 |
| b2d3 | 86,85 | 4 |
| b3d1 | 72,56 | 1 |
| b3d2 | 75,66 | 2 |
| b3d3 | 84,39 | 4 |

Catatan : \*Nilai rata-rata paling kecil menunjukkan skor yang paling baik

1. **Analisis Kadar Serat**
   * Rentang kelas = 2,92 – 1,55 = 1,37

* Banyak Kelas = 4,15
* Panjang Kelas = 0,33

### **Tabel 73. Perhitungan Uji Skoring Range Kadar Serat**

|  |  |
| --- | --- |
| **Range Kadar Serat** | **Skor** |
| 1,55 – 1,88 | 1 |
| 1,89 – 2,22 | 2 |
| 2,23 – 2,56 | 3 |
| 2,57 – 2,92 | 4 |

Catatan : \*Setiap nilai dilakukan penambahan 0,01

### **Tabel 74. Perhitungan Uji Skoring Kadar Serat**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Perlakuan** | **Rata-Rata** | **Skor** |
| b1d1 | 2,43 | 3 |
| b1d2 | 2,13 | 2 |
| b1d3 | 2,10 | 2 |
| b2d1 | 2,92 | 4 |
| b2d2 | 2,64 | 4 |
| b2d3 | 1,55 | 1 |
| b3d1 | 2,22 | 2 |
| b3d2 | 2,00 | 2 |
| b3d3 | 1,90 | 2 |

Catatan : \*Nilai rata-rata paling kecil menunjukkan skor yang paling baik

1. **Analisis Kadar Pati**
   * Rentang kelas = 47,10 – 41,02 = 6,08

* Banyak Kelas = 4,15
* Panjang Kelas = 1,46

### **Tabel 75. Perhitungan Uji Skoring Range Kadar Pati**

|  |  |
| --- | --- |
| **Range Kadar Pati** | **Skor** |
| 41,02 – 42,48 | 4 |
| 42,49 – 43,95 | 3 |
| 43,96 – 45,42 | 2 |
| 45,43 – 47,10 | 1 |

Catatan : \*Setiap nilai dilakukan penambahan 0,01

### **Tabel 76. Perhitungan Uji Skoring Kadar Pati**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Perlakuan** | **Rata-Rata** | **Skor** |
| b1d1 | 43,06 | 3 |
| b1d2 | 43,91 | 3 |
| b1d3 | 47,10 | 1 |
| b2d1 | 44,16 | 2 |
| b2d2 | 44,24 | 2 |
| b2d3 | 46,42 | 1 |
| b3d1 | 41,02 | 4 |
| b3d2 | 43,09 | 3 |
| b3d3 | 43,11 | 3 |

Catatan : \*Nilai rata-rata paling kecil menunjukkan skor yang paling baik

Hasil uji skoring keseluruhan perlakuan dalam pemilihan sampel terbaik

### **Tabel 77. Perhitungan Uji Skoring**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Perlakuan | pH | Warna | Rendemen | Serat | Pati | Total |
| b1d1 | 1 | 4 | 3 | 3 | 3 | 14 |
| b1d2 | 1 | 4 | 4 | 2 | 3 | 14 |
| b1d3 | 1 | 4 | 4 | 2 | 1 | 12 |
| b2d1 | 2 | 3 | 1 | 4 | 2 | 12 |
| b2d2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 12 |
| b2d3 | 2 | 1 | 4 | 1 | 1 | 9 |
| b3d1 | 4 | 4 | 1 | 2 | 4 | 15 |
| b3d2 | 4 | 3 | 2 | 2 | 3 | 14 |
| b3d3 | 4 | 3 | 4 | 2 | 3 | 16 |

Kesimpulan : Berdasarkan tabel diatas, dapat disimpulkan bahwa perlakuan terbaik yang diperoleh dari uji skoring adalah perlakuan b2d3 dengan konsentrasi larutan alkali 5%dan lama perendaman 30 jam.

**Lampiran 16. Hasil Perhitungan Standar Deviasi Zat Warna**

**Tabel 78. Perhitungan Standar Deviasi Zat Warna**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Sampel | Ulangan | Rata - Rata | Standar Deviasi | Jumlah |
| b1d1 | 1 | 24,50000 | . | 1 |
| 2 | 25,63000 | . | 1 |
| 3 | 23,76000 | . | 1 |
| Total | 24,63000 | 0,941754 | 3 |
| b1d2 | 1 | 25,58000 | . | 1 |
| 2 | 29,12000 | . | 1 |
| 3 | 23,37000 | . | 1 |
| Total | 26,02333 | 2,900523 | 3 |
| b1d3 | 1 | 28,67000 | . | 1 |
| 2 | 29,18000 | . | 1 |
| 3 | 27,37000 | . | 1 |
| Total | 28,40667 | 0,933292 | 3 |
| b2d1 | 1 | 34,53000 | . | 1 |
| 2 | 29,25000 | . | 1 |
| 3 | 33,97000 | . | 1 |
| Total | 32,58333 | 2,900299 | 3 |
| b2d2 | 1 | 38,07000 | . | 1 |
| 2 | 35,31000 | . | 1 |
| 3 | 31,62000 | . | 1 |
| Total | 35,00000 | 3,236155 | 3 |
| b2d3 | 1 | 42,70000 | . | 1 |
| 2 | 43,37000 | . | 1 |
| 3 | 43,37000 | . | 1 |
| Total | 43,14667 | 0,386825 | 3 |
| b3d1 | 1 | 28,02000 | . | 1 |
| 2 | 29,34000 | . | 1 |
| 3 | 27,39000 | . | 1 |
| Total | 28,25000 | 0,995138 | 3 |
| b3d2 | 1 | 35,72000 | . | 1 |
| 2 | 31,24000 | . | 1 |
| 3 | 30,12000 | . | 1 |
| Total | 32,36000 | 2,963241 | 3 |
| b3d3 | 1 | 33,06000 | . | 1 |
| 2 | 34,95000 | . | 1 |
| 3 | 32,61000 | . | 1 |
| Total | 33,54000 | 1,241652 | 3 |
| Total | 1 | 32,31667 | 6,084725 | 9 |
| 2 | 31,93222 | 5,255159 | 9 |
| 3 | 30,39778 | 6,115228 | 9 |
| Total | 31,54889 | 5,666521 | 27 |

**Lampiran 17. Hasil Perhitungan Standar Deviasi Rendemen**

**Tabel 79. Perhitungan Standar Deviasi Rendemen**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Sampel | Ulangan | Rata - Rata | Standar Deviasi | Jumlah |
| b1d1 | 1 | 77,33100 | . | 1 |
| 2 | 87,53500 | . | 1 |
| 3 | 84,16100 | . | 1 |
| Total | 83,00900 | 5,198628 | 3 |
| b1d2 | 1 | 82,58600 | . | 1 |
| 2 | 88,63100 | . | 1 |
| 3 | 86,55000 | . | 1 |
| Total | 85,92233 | 3,070990 | 3 |
| b1d3 | 1 | 88,76900 | . | 1 |
| 2 | 89,28900 | . | 1 |
| 3 | 89,86800 | . | 1 |
| Total | 89,30867 | 0,549764 | 3 |
| b2d1 | 1 | 68,64200 | . | 1 |
| 2 | 70,12700 | . | 1 |
| 3 | 73,77800 | . | 1 |
| Total | 70,84900 | 2,643026 | 3 |
| b2d2 | 1 | 71,86500 | . | 1 |
| 2 | 76,97200 | . | 1 |
| 3 | 77,89600 | . | 1 |
| Total | 75,57767 | 3,248286 | 3 |
| b2d3 | 1 | 87,97300 | . | 1 |
| 2 | 87,71700 | . | 1 |
| 3 | 84,87700 | . | 1 |
| Total | 86,85567 | 1,718350 | 3 |
| b3d1 | 1 | 70,47100 | . | 1 |
| 2 | 71,32200 | . | 1 |
| 3 | 75,90700 | . | 1 |
| Total | 72,56667 | 2,923939 | 3 |
| b3d2 | 1 | 71,12000 | . | 1 |
| 2 | 75,79000 | . | 1 |
| 3 | 80,09000 | . | 1 |
| Total | 75,66667 | 4,486272 | 3 |
| b3d3 | 1 | 87,36900 | . | 1 |
| 2 | 86,40300 | . | 1 |
| 3 | 79,40700 | . | 1 |
| Total | 84,39300 | 4,344932 | 3 |
| Total | 1 | 78,45844 | 8,306837 | 9 |
| 2 | 81,53178 | 7,879293 | 9 |
| 3 | 81,39267 | 5,293579 | 9 |
| Total | 80,46096 | 7,144372 | 27 |

**Lampiran 18. Hasil Perhitungan Standar Deviasi Analisis pH**

**Tabel 80. Perhitungan Standar Deviasi Analisis pH**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Sampel | Ulangan | Rata - Rata | Standar Deviasi | Jumlah |
| b1d1 | 1 | 11,50000 | . | 1 |
| 2 | 11,53000 | . | 1 |
| 3 | 11,02000 | . | 1 |
| Total | 11,35000 | 0,286182 | 3 |
| b1d2 | 1 | 11,48000 | . | 1 |
| 2 | 11,07000 | . | 1 |
| 3 | 11,52000 | . | 1 |
| Total | 11,35667 | 0,249065 | 3 |
| b1d3 | 1 | 11,77000 | . | 1 |
| 2 | 11,65000 | . | 1 |
| 3 | 11,06000 | . | 1 |
| Total | 11,49333 | 0,380044 | 3 |
| b2d1 | 1 | 12,26000 | . | 1 |
| 2 | 12,31000 | . | 1 |
| 3 | 12,34000 | . | 1 |
| Total | 12,30333 | 0,040415 | 3 |
| b2d2 | 1 | 12,18000 | . | 1 |
| 2 | 12,25000 | . | 1 |
| 3 | 12,15000 | . | 1 |
| Total | 12,19333 | 0,051316 | 3 |
| b2d3 | 1 | 12,12000 | . | 1 |
| 2 | 12,37000 | . | 1 |
| 3 | 12,06000 | . | 1 |
| Total | 12,18333 | 0,164418 | 3 |
| b3d1 | 1 | 13,04000 | . | 1 |
| 2 | 13,23000 | . | 1 |
| 3 | 13,11000 | . | 1 |
| Total | 13,12667 | 0,096090 | 3 |
| b3d2 | 1 | 13,17000 | . | 1 |
| 2 | 13,24000 | . | 1 |
| 3 | 13,14000 | . | 1 |
| Total | 13,18333 | 0,051316 | 3 |
| b3d3 | 1 | 13,27000 | . | 1 |
| 2 | 13,37000 | . | 1 |
| 3 | 13,29000 | . | 1 |
| Total | 13,31000 | 0,052915 | 3 |
| Total | 1 | 12,31000 | 0,696976 | 9 |
| 2 | 12,33556 | 0,822939 | 9 |
| 3 | 12,18778 | 0,872823 | 9 |
| Total | 12,27778 | 0,772381 | 27 |

**Lampiran 19. Hasil Perhitungan Standar Deviasi Kadar Serat**

**Tabel 81. Perhitungan Standar Deviasi Kadar Serat**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Sampel | Ulangan | Rata - Rata | Standar Deviasi | Jumlah |
| b1d1 | 1 | 2,50000 | . | 1 |
| 2 | 2,81700 | . | 1 |
| 3 | 1,98000 | . | 1 |
| Total | 2,43233 | 0,422583 | 3 |
| b1d2 | 1 | 2,41900 | . | 1 |
| 2 | 2,30800 | . | 1 |
| 3 | 1,68100 | . | 1 |
| Total | 2,13600 | 0,397931 | 3 |
| b1d3 | 1 | 2,05500 | . | 1 |
| 2 | 2,36200 | . | 1 |
| 3 | 1,90500 | . | 1 |
| Total | 2,10733 | 0,232951 | 3 |
| b2d1 | 1 | 2,97000 | . | 1 |
| 2 | 2,94100 | . | 1 |
| 3 | 2,85700 | . | 1 |
| Total | 2,92267 | 0,058688 | 3 |
| b2d2 | 1 | 2,88500 | . | 1 |
| 2 | 2,60900 | . | 1 |
| 3 | 2,43900 | . | 1 |
| Total | 2,64433 | 0,225090 | 3 |
| b2d3 | 1 | 1,38900 | . | 1 |
| 2 | 1,77000 | . | 1 |
| 3 | 1,49300 | . | 1 |
| Total | 1,55067 | 0,196937 | 3 |
| b3d1 | 1 | 2,80400 | . | 1 |
| 2 | 1,96100 | . | 1 |
| 3 | 1,89400 | . | 1 |
| Total | 2,21967 | 0,507155 | 3 |
| b3d2 | 1 | 2,22200 | . | 1 |
| 2 | 1,98000 | . | 1 |
| 3 | 1,80200 | . | 1 |
| Total | 2,00133 | 0,210811 | 3 |
| b3d3 | 1 | 1,52700 | . | 1 |
| 2 | 1,94200 | . | 1 |
| 3 | 2,23000 | . | 1 |
| Total | 1,89967 | 0,353407 | 3 |
| Total | 1 | 2,30789 | 0,569243 | 9 |
| 2 | 2,29889 | 0,418917 | 9 |
| 3 | 2,03122 | 0,416829 | 9 |
| Total | 2,21267 | 0,473571 | 27 |

**Lampiran 20. Hasil Perhitungan Standar Deviasi Kadar Pati**

**Tabel 82. Perhitungan Standar Deviasi Kadar Pati**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Sampel | Ulangan | Rata - Rata | Standar Deviasi | Jumlah |
| b1d1 | 1 | 43,37000 | . | 1 |
| 2 | 42,79300 | . | 1 |
| 3 | 43,04000 | . | 1 |
| Total | 43,06767 | 0,289493 | 3 |
| b1d2 | 1 | 45,73000 | . | 1 |
| 2 | 41,93600 | . | 1 |
| 3 | 44,07200 | . | 1 |
| Total | 43,91267 | 1,902012 | 3 |
| b1d3 | 1 | 48,28000 | . | 1 |
| 2 | 43,74000 | . | 1 |
| 3 | 49,28200 | . | 1 |
| Total | 47,10067 | 2,953229 | 3 |
| b2d1 | 1 | 46,36500 | . | 1 |
| 2 | 42,03000 | . | 1 |
| 3 | 44,09000 | . | 1 |
| Total | 44,16167 | 2,168388 | 3 |
| b2d2 | 1 | 45,78000 | . | 1 |
| 2 | 42,73700 | . | 1 |
| 3 | 44,22000 | . | 1 |
| Total | 44,24567 | 1,521662 | 3 |
| b2d3 | 1 | 47,74000 | . | 1 |
| 2 | 46,85000 | . | 1 |
| 3 | 44,67600 | . | 1 |
| Total | 46,42200 | 1,576202 | 3 |
| b3d1 | 1 | 41,51000 | . | 1 |
| 2 | 41,46000 | . | 1 |
| 3 | 40,10300 | . | 1 |
| Total | 41,02433 | 0,798290 | 3 |
| b3d2 | 1 | 41,94000 | . | 1 |
| 2 | 42,30000 | . | 1 |
| 3 | 45,03000 | . | 1 |
| Total | 43,09000 | 1,689704 | 3 |
| b3d3 | 1 | 46,06000 | . | 1 |
| 2 | 41,65800 | . | 1 |
| 3 | 42,63000 | . | 1 |
| Total | 43,44933 | 2,312549 | 3 |
| Total | 1 | 45,19722 | 2,404284 | 9 |
| 2 | 42,83378 | 1,657144 | 9 |
| 3 | 44,12700 | 2,432052 | 9 |
| Total | 44,05267 | 2,326633 | 27 |