



KARAKTERISASI PEWARNA HITAM MAKANAN *CARBON BLACK* DARI BERBAGAI JENIS BAHAN BAKU DAN MALTODEKSTRIN SEBAGAI BAHAN PENGISI

SKRIPSI

Oleh

**Winda Sari
NIM 171710101074**

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Herlina, MP.

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2021**



KARAKTERISASI PEWARNA HITAM MAKANAN *CARBON BLACK* DARI BERBAGAI JENIS BAHAN BAKU DAN MALTODEKSTRIN SEBAGAI BAHAN PENGISI

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pada Program Studi Teknologi Hasil Pertanian (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

Oleh

Winda Sari
NIM 171710101074

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Herlina, MP.

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2021**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Orang tua dan keluarga, Bapak Sukardi, Ibu Artiyah, adik saya Dwi Ayun Ningtyas, serta suami saya Johan Alif Ivansyah, S.TP., yang telah memberikan segenap doa dan dukungan;
2. Dr. Ir. Herlina, MP., selaku Dosen Pembimbing Skripsi dan segenap dosen Teknologi Hasil Pertanian yang telah memberikan ilmu, dukungan dan bimbingan;
3. Teman-teman THP 2017 yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama pelaksanaan penelitian;
4. Almamater Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

MOTTO

Maka sesungguhnya beserta kesulitan ada kemudahan.

Sesungguhnya kesulitan ada kemudahan.

(Q.S Al Insyirah : 5-6)

Hadapai, Hayati, Nikmati setiap pelajaran dalam kehidupan ini (Winda Sari,
2021).



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Winda Sari

NIM : 171710101074

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Karakterisasi Pewarna Hitam Makanan *Carbon Black* dari Berbagai Jenis Bahan Baku dan Maltodekstrin Sebagai Bahan Pengisi” adalah benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan institusi manapun serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi. Dekimian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun.

Jember, 25 Juni 2021

Yang menyatakan



Winda Sari
NIM 171710101074

SKRIPSI

KARAKTERISASI PEWARNA HITAM MAKANAN *CARBON BLACK* DARI BERBAGAI JENIS BAHAN BAKU DAN MALTODEKSTRIN SEBAGAI BAHAN PENGISI

Oleh

**Winda Sari
NIM 171710101074**

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Ir. Herlina, MP.

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul "Karakterisasi Pewarna Hitam Makanan *Carbon Black* dari Berbagai Jenis Bahan Baku dan Maltodekstrin Sebagai Bahan Pengisi" karya Winda Sari dengan NIM 171710101074, telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember pada :

Hari/Tanggal : Senin, 12 Juli 2021

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

Mengetahui,
Dosen Pembimbing Skripsi

Dr. Ir. Herlina, MP.
NIP. 196605181993022001

Penguji Utama

Penguji Anggota

Ir. Mukhammad Fauzi, M. Si.
NIP. 196307011989031004

Ardiyani Dwi Masahid, S.TP., M.P.
NIP. 198503292019031011

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember

Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M. Eng.
NIP. 196312121990031002

RINGKASAN

Karakterisasi Pewarna Hitam *Carbon Black* dari Berbagai Jenis Bahan Baku dan Maltodekstrin sebagai Bahan Pengisi; Winda Sari 171710101074; 76 halaman; Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Makanan berwarna hitam saat ini telah menjadi tren dan digemari oleh sejumlah masyarakat. Hal ini dikarenakan makanan yang berwarna hitam memiliki daya tarik tersendiri, namun dikhawatirkan pewarna yang digunakan berasal dari pewarna sintetis yang berbahaya. Pewarna hitam pada makanan dapat dihasilkan dari bahan-bahan alami, seperti *carbon black* dari klaras pisang, bambu, dan merang padi. Pada pembuatan pewarna hitam alami dari bahan-bahan tersebut dapat dilakukan pengovenan hingga menjadi karbon berwarna hitam. Pewarna hitam alami *carbon black* yang beredar saat ini biasanya dalam bentuk bubuk. Produk pewarna makanan bubuk biasanya ditambahkan bahan pengisi untuk menambah berat, menambah volumenya, meningkatkan stabilitas, dan dapat mempercepat pengeringan. Salah satu bahan pengisi yang mudah larut dan mudah didapat, yaitu maltodekstrin. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jenis bahan baku dan konsentrasi maltodekstrin terhadap karakteristik fisik bubuk pewarna hitam *carbon black* yang mempunyai stabilitas tinggi.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dua faktor. Faktor A adalah jenis bahan baku pewarna hitam alami dari klaras pisang (A1), bambu (A2), dan merang padi (A3), dan faktor B adalah konsentrasi maltodekstrin 1% (B1), 3% (B2), dan 5% (B3). Pengujian pada setiap perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali. Parameter yang diamati terhadap serbuk pewarna hitam alami berbahan baku daun pisang kering (klaras pisang), bambu, dan merang padi meliputi rendemen, densitas kamba, sudut curah, kadar air, intensitas warna, stabilitas suspensi terhadap suhu, dan stabilitas suspensi terhadap pH. Data yang didapatkan dianalisis dengan sidik ragam pada

taraf kepercayaan 95%, dan apabila ada pengaruh nyata antar perlakuan dilanjutkan dengan uji beda DMRT (*Duncan Multiple Range Test*).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Jenis bahan baku berpengaruh secara signifikan terhadap rendemen, densitas kamba, sudut curah, kadar air, stabilitas suspensi terhadap suhu, dan stabilitas suspensi terhadap pH. Konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan berpengaruh secara signifikan terhadap rendemen, densitas kamba, sudut curah, tingkat kecerahan, kadar air, stabilitas suspensi terhadap suhu, dan stabilitas suspensi terhadap pH. Interaksi keduanya berpengaruh secara signifikan terhadap rendemen, stabilitas suspensi terhadap suhu, dan stabilitas suspensi terhadap pH. Pewarna hitam *carbon black* dari klaras pisang dengan konsentrasi maltodekstrin 1% memiliki stabilitas yang baik berdasarkan perubahan suhu dan pH dengan rendemen 80,23%; densitas kamba 0,22 g/ml; sudut curah 45,59°; nilai L 18,06; kadar air 12,58%.

SUMMARY

Characterization of Carbon Black Dyes from Various Types of Raw Materials and Maltodextrin as Fillers; Winda Sari 171710101074; 76 pages; Department of Agricultural Product Technology, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

Black food has become a trend and favored by a number of people. This is because black food has its own charm, but it is feared that the dyes used come from dangerous synthetic dyes. Black coloring in food can be produced from natural ingredients, such as carbon black from dried banana leaves, bamboo, and rice straw. In the manufacture of natural black dye from these materials, it can be done in an oven to make carbon black. Carbon black natural black dye currently available is usually in powder form. Powdered food coloring products are usually added with fillers to increase weight, increase volume, increase stability, and can speed up drying. One of the fillers that is easily soluble and easily available is maltodextrin. The purpose of this study was to determine the effect of the type of raw material and the concentration of maltodextrin on the physical characteristics of carbon black dye powder which has high stability.

This study was conducted using a two-factor Completely Randomized Design (CRD). Factor A is the type of raw material for natural black dye from dried banana leaves (A1), bamboo (A2), and rice straw (A3), and factor B is maltodextrin concentration of 1% (B1), 3% (B2), and 5% (B3). Tests on each treatment were repeated three times. Parameters observed for natural black dye powder made from dried banana leaves (klaras banana), bamboo, and rice straw include yield, bulk density, angle of repose, water content, lightness, suspension stability to temperature, and suspension stability to pH. The data obtained were analyzed by means of variance at the 95% confidence level, and if there was a significant effect between treatments, it was continued with the DMRT difference test (Duncan Multiple Range Test).

The results showed that the type of raw material had a significant effect on yield, bulk density, angle of repose, water content, suspension stability to temperature, and suspension stability to pH. The concentration of maltodextrin added significantly affected the yield, bulk density, angle of repose, lightness, water content, suspension stability to temperature, and suspension stability to pH. The interaction of the two significantly affected the yield, the stability of the suspension to temperature, and the stability of the suspension to pH. Carbon black dye from dried banana leaves with 1% maltodextrin concentration has good stability based on changes in temperature and pH with yield 80.23%; bulk density 0.22 g/ml; angle of repose 45.59⁰; L value 18.06; water content 12.58%.

PRAKATA

Puji Syukur kehadiran Allah Subhanahu wa Taala atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Karakterisasi Pewarna Hitam *Carbon Black* dari Berbagai Jenis Bahan Baku dan Maltodekstrin sebagai Bahan Pengisi**”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikanstrata satu (S1) pada Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penulis menyadari sepenuhnya dalam penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari dukungan serta bimbingan dari banyak pihak, baik yang bersifat moril maupun material. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Bambang Marhaenanto, M. Eng. selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
2. Dr. Ir. Jayus, selaku Koordinator Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
3. Ibu Dr. Ir. Herlina, M.P. selaku Dosen Pembimbing Skripsi sekaligus Dosen Pembimbing Akademik yang meluangkan waktu untuk membimbing penulis menyelesaikan skripsi;
4. Bapak Ir. Mukhammad Fauzi, M. Si. selaku Dosen Penguji Utama;
5. Bapak Ardiyan Dwi Masahid, S.TP., M.P. selaku Dosen Penguji Anggota;
6. Bapak, ibu, adik, dan keluarga yang selalu memberikan dukungan dan doa untuk kelancaran setiap usaha penulis;
7. Bapak Johan Alif Ivansyah yang selalu memberikan dukungan dan doa untuk kelancaran setiap usaha penulis;
8. Teman-teman THP 2017 yang selalu memberikan dukungan;
9. Pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu oleh penulis yang telah banyak memberikan bantuan serta dukungan semangat dan doa hingga selesainya skripsi ini disusun.

Penyusunan skripsi ini telah dilakukan dengan sebaik-baiknya, namun masih terdapat kekurangan dalam penyusunannya. Oleh karena itu, diperlukan

adanya kritik dan saran yang sifatnya membangun dari semua pihak. Harapannya, semoga skripsi ini bermanfaat bagi para pembaca untuk menambah pengetahuan dan memperluas wawasan, khususnya mengenai teknologi pangan.

Jember, 25 Juni 2021



Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBINGAN	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
SUMMARY	ix
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pewarna Hitam Alami	5
2.2 <i>Vegetable Carbon/Carbon Black</i>	6
2.3 Daun Pisang	7
2.4 Bambu	8
2.5 Merang Padi	10
2.6 Karbonisasi	11
2.7 Maltodekstrin	12
2.8 Magnesium Karbonat (MgCO₃)	13
2.9 Karbon Aktif	14

2.10 Suspensi	15
2.11 Intensitas Warna	16
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	17
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	17
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	17
3.2.1 Bahan Penelitian	17
3.2.2 Alat Penelitian	17
3.3 Pelaksanaan Penelitian	17
3.3.1 Rancangan Percobaan	17
3.3.2 Tahapan Penelitian	18
3.3.3 Prosedur Analisis	20
3.4 Analisa Data	23
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Rendemen	24
4.2 Densitas Kamba	26
4.3 Sudut Curah	28
4.4 Intensitas Warna	30
4.5 Kadar Air	32
4.6 Stabilitas Suspensi	33
4.6.1 Stabilitas Suspensi Pewarna Hitam terhadap Suhu	33
4.6.2 Stabilitas Suspensi Pewarna Hitam terhadap pH	36
BAB 5. PENUTUP	39
5.1 Kesimpulan	39
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40
LAMPIRAN	47

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Kombinasi perlakuan pada penelitian	18
Tabel 4.1 Nilai absorbansi pewarna hitam dari berbagai jenis bahan baku dan konsentrasi maltodekstrin terhadap pengaruh suhu	36
Tabel 4.2 Persamaan regresi dan koefisien determinasi stabilitas suspensi pewarna hitam terhadap suhu	37
Tabel 4.3 Nilai absorbansi pewarna hitam dari berbagai jenis bahan baku dan konsentrasi maltodekstrin terhadap pengaruh pH	39
Tabel 4.2 Persamaan regresi dan koefisien determinasi stabilitas suspensi pewarna hitam terhadap pH	39

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Daun pisang kereng/klaras	8
Gambar 2.2 Arang bambu	9
Gambar 2.3 Merang padi	10
Gambar 2.4 Struktur maltodekstrin	12
Gambar 2.5 Struktur magnesium karbonat	13
Gambar 3.1 Proses pembuatan serbuk pewarna hitam	19
Gambar 4.1 Rendemen pewarna hitam dari berbagai jenis bahan baku dan konsentrasi maltodekstrin	24
Gambar 4.2 Densitas kamba pewarna hitam dari berbagai jenis bahan baku dan konsentrasi maltodekstrin	27
Gambar 4.3 Sudut curah pewarna hitam dari berbagai jenis bahan baku dan konsentrasi maltodekstrin	29
Gambar 4.4 Intensitas warna pewarna hitam dari berbagai jenis bahan baku dan konsentrasi maltodekstrin	31
Gambar 4.5 Kadar air pewarna hitam dari berbagai jenis bahan baku dan konsentrasi maltodekstrin	32

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Rendemen Pewarna Hitam dari Berbagai Jenis Bahan Baku dan Konsentrasi Maltodekstrin sebagai Bahan Pengisi	47
Lampiran 2. Data Densitas Kamba Pewarna Hitam dari Berbagai Jenis Bahan Baku dan Konsentrasi Maltodekstrin sebagai Bahan Pengisi	50
Lampiran 3. Data Sudut Curah Pewarna Hitam dari Berbagai Jenis Bahan Baku dan Konsentrasi Maltodekstrin sebagai Bahan Pengisi	54
Lampiran 4. Data Intensitas Warna Pewarna Hitam dari Berbagai Jenis Bahan Baku dan Konsentrasi Maltodekstrin sebagai Bahan Pengisi	57
Lampiran 5. Data Kadar Air Pewarna Hitam dari Berbagai Jenis Bahan Baku dan Konsentrasi Maltodekstrin sebagai Bahan Pengisi	61
Lampiran 6. Data Stabilitas Suspensi Pewarna Hitam terhadap Suhu ...	66
Lampiran 7. Data Stabilitas Suspensi Pewarna Hitam terhadap pH	72
Lampiran 8. Dokumentasi	77

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pewarna makanan merupakan zat warna yang ditambahkan pada beberapa produk pangan dengan tujuan untuk mengubah warna produk pangan tersebut dan membuatnya menjadi lebih menarik (Praja, 2015). Zat warna dibagi menjadi dua jenis, yaitu pewarna alami dan pewarna sintetis. Zat warna sintetis sangat berbahaya terhadap kesehatan apabila digunakan sebagai pewarna makanan karena zat warna sintetis mengandung logam berat (Sibuea, 2015).

Makanan berwarna hitam saat ini menjadi tren yang digemari oleh sejumlah masyarakat. Hal ini dikarenakan makanan yang berwarna hitam memiliki daya tarik tersendiri. Maraknya tren warna hitam pada makanan dikhawatirkan berasal dari pewarna sintetis yang berbahaya. Hal ini yang menyebabkan perlunya eksplorasi pewarna hitam alami sebagai alternatif pengganti pewarna sintetis. Zat pewarna hitam alami dapat berasal dari bahan-bahan alam, seperti *carbon black* dari klaras pisang, bambu, dan merang padi.

Klaras atau yang biasa dikenal masyarakat sebagai daun pisang kering sangat jarang diperhatikan keberadaannya. Pemanfaatan daun pisang kering saat ini lebih banyak digunakan sebagai bahan keterampilan. Klaras dapat dimanfaatkan sebagai bahan pewarna hitam alami pada makanan. Pada pembuatan pewarna hitam alami dari klaras dapat dilakukan pengovenan hingga menjadi karbon berwarna hitam (Rahmadhia *et al.*, 2019).

Bambu merupakan tanaman yang pemanfaatannya lebih banyak digunakan sebagai bahan utama kerajinan. Bambu memiliki kandungan selulosa yang dapat menjadi karbon ketika melalui proses pemanasan suhu tinggi atau pembakaran (Lempang, 2016). Bambu dapat menghasilkan arang melalui proses pengarangan. Arang yang dihasilkan dari bambu yang dibakar, dapat digunakan sebagai pewarna hitam alami untuk makanan. Arang bambu merupakan produk padat (solid) yang menggunakan bahan baku bambu melalui proses karbonisasi dibawah suhu tinggi (*under high temperature*) (Suheryanto, 2012). Penggunaan arang bambu sebagai pewarna hitam alami saat ini telah banyak digunakan pada

berbagai jenis olahan pangan. Arang bambu yang digunakan sebagai pewarna hitam alami ini tidak memiliki rasa dan aroma, sehingga jika ditambahkan ke dalam makanan tidak menimbulkan aroma arang maupun rasa pahit (Saputra, 2016). Arang bambu yang digunakan sebagai pewarna makanan bukan arang sisa hasil pembakaran melainkan arang yang sudah melalui tahapan proses pemurnian, sehingga tidak mengandung zat kimia lain (Aisyah, 2019).

Merang padi dapat dijadikan sebagai pewarna hitam alami pada makanan. Proses pembuatan pewarna hitam dari merang padi cukup mudah. Menurut Minantyo *et al.*, (2016), warna hitam dari merang padi diperoleh dengan cara membakar merang padi yang kering menjadi karbon.

Pewarna komersial biasanya dalam bentuk bubuk dan cair, sehingga memudahkan penggunaannya. Produk pewarna makanan bubuk biasanya ditambahkan bahan pengisi untuk menambah volume, meningkatkan stabilitas, dan berat bubuk yang dihasilkan serta dapat mempercepat pengeringan (Tama *et al.*, 2014). Salah satu bahan pengisi yang dapat digunakan, yaitu maltodekstrin. Maltodekstrin selain dapat mempercepat pengeringan, dapat dengan mudah larut dalam air dingin (Tama *et al.*, 2014).

Menurut Saputra (2016), tidak ada pengaruh penambahan bubuk arang bambu terhadap daya terima konsumen pada produk kerupuk terhadap aspek rasa dan aroma, hal ini disebabkan bubuk arang bambu adalah pewarna yang tidak memiliki rasa dan aroma, sehingga tidak mempengaruhi rasa dan aroma pada kerupuk yang dibuat dalam penelitian ini. Selain bubuk arang bambu, merang padi dalam penelitian yang dilakukan Minantyo *et al.*, (2016) dapat dijadikan sebagai pewarna hitam makanan, yaitu bakso. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 67 % sangat setuju, dan 33% setuju atau dapat menerima bakso hitam dengan bahan dasar ikandan warna hitam dari abu merang untuk dijadikan kreasi yang inovatif. Hasil uji laboratorium mengandung kalori 54.75 kkal/100g, protein 0.58%, karbohidrat 6.3%, lemak 3.04%, fosfor tidak terdeteksi, kalsium 120.4 mg/kg.

Pewarna hitam makanan *carbon black* dari klaras pisang, bambu, dan merang padi digunakan arang hasil pembakaran sebagai bahan baku utamanya. Arang memiliki pori-pori yang sangat luas, sehingga mampu menangkap berbagai

macam bahan, termasuk bahan beracun melalui gaya Van der Waals (Aisyah, 2019). Dalam bidang kesehatan, arang aktif dapat digunakan mengobati keracunan makanan, diare, dan perut kembung (Mutschler, 1986).

Kassem dan El Sayyed (2014), dalam penelitiannya menyatakan, sifat adsorpsi arang aktif yang kuat dapat efektif dalam mengikat dengan beberapa zat berbahaya di lambung dan usus. Kasus keracunan, misalnya, arang aktif dapat menyerap atau menahan racun ke permukaannya, dan mencegah penyerapannya di saluran pencernaan. Arang aktif juga dapat digunakan untuk pengobatan overdosis. Arang aktif dapat menyerap gas berlebih di lambung dan usus, sehingga mengurangi rasa kembung, perut kembung, dan mulas. Potensi daun pisang kering (klaras), bambu, dan merang padi sebagai bahan pewarna hitam alami makanan sangat besar, sehingga perlu dilakukan penelitian tentang pewarna hitam *carbon black* dari bahan baku yang berbeda dan maltodekstrin sebagai bahan pengisi.

1.2 Rumusan Masalah

Pewarna hitam *carbon black* dari berbagai jenis bahan baku yang berbeda (klaras pisang, bambu dan merang padi) dan penggunaan maltodekstrin sebagai bahan pengisi diduga akan mempengaruhi karakteristik fisik pewarna hitam *carbon black* yang dihasilkan, sehingga perlu dilakukan penelitian tentang karakterisasi pewarna hitam *carbon black* dari berbagai jenis bahan baku dan konsentrasi maltodekstrin sebagai bahan pengisi.

1.3 Tujuan Penelitian

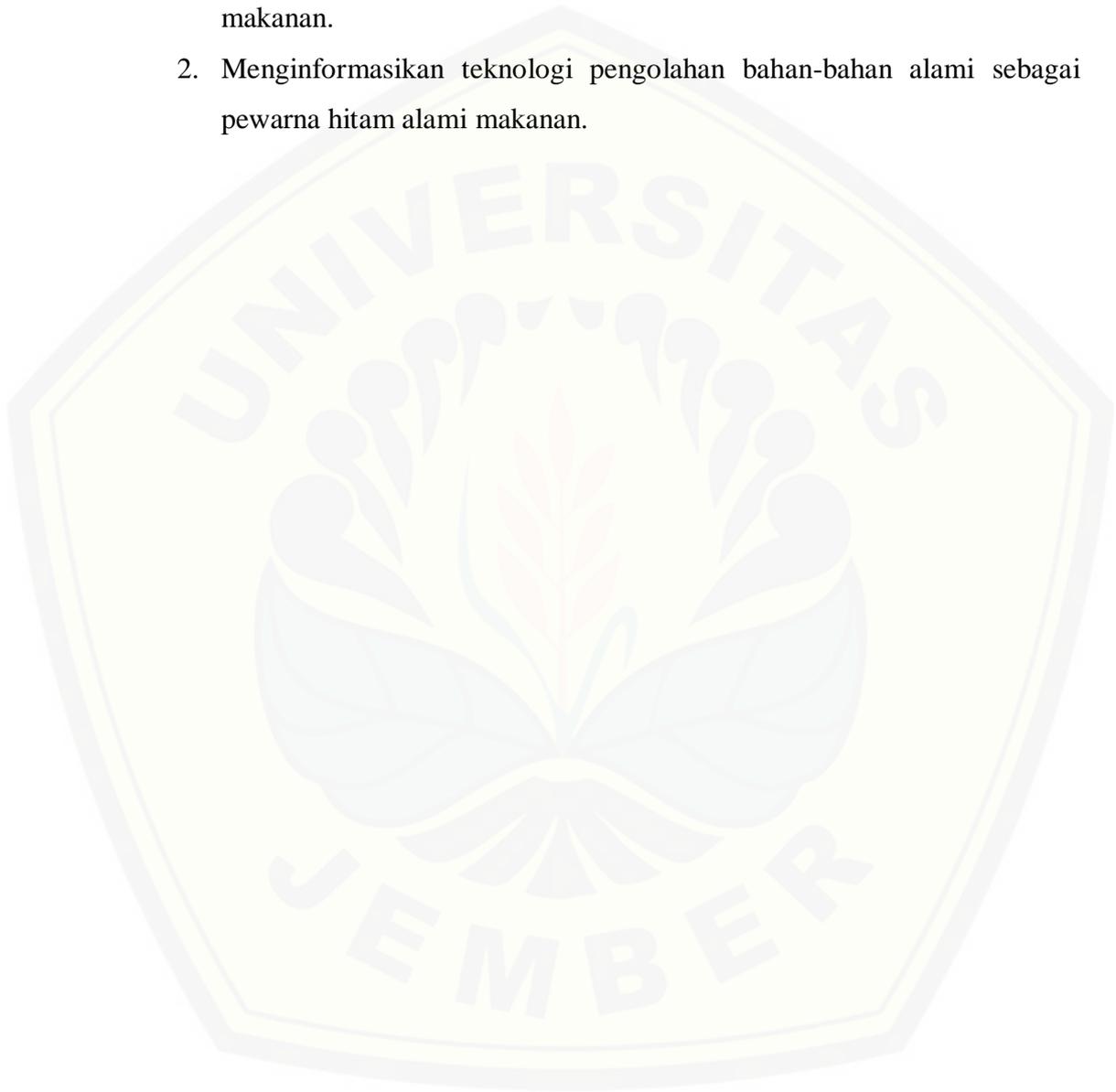
Tujuan penelitian ini, yaitu :

1. Mengetahui pengaruh jenis bahan baku dan konsentrasi maltodekstrin sebagai bahan pengisi terhadap pewarna hitam yang dihasilkan.
2. Mengetahui jenis bahan baku dan konsentrasi maltodekstrin yang tepat, sehingga dihasilkan pewarna hitam dengan stabilitas yang baik terhadap suhu dan pH.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini, yaitu :

1. Meningkatkan pemanfaatan bahan-bahan alami (daun pisang kering atau klaras, arang bambu, dan merang padi) sebagai pewarna hitam alami makanan.
2. Menginformasikan teknologi pengolahan bahan-bahan alami sebagai pewarna hitam alami makanan.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pewarna Hitam Alami

Pewarna makanan merupakan bahan tambahan pangan yang dapat memperbaiki sifat dan penampilan suatu makanan atau memberi warna pada makanan (Praja, 2015). Penambahan pewarna secara khusus digunakan untuk mengubah warna suatu produk dan membuat produk-produk tersebut lebih menarik konsumen. Pewarna yang ditambahkan pada makanan dapat berupa pewarna alami atau pewarna sintetis. Pewarna alami didapatkan dari pigmen bahan alam, sedangkan pewarna sintetis biasanya memakai bahan-bahan kimia, jika dikonsumsi dalam waktu yang lama dapat berakibat buruk bagi tubuh.

Pewarna alami merupakan pewarna sebagai bahan tambahan pangan yang dapat diperoleh dengan jalan ekstraksi atau melalui cara lain, sehingga dihasilkan suatu zat warna alami (Wiyadhie, 2016). Selain dapat sebagai penambah daya tarik pada produk pangan, penambahan pewarna alami juga dapat berfungsi sebagai antioksidan, antimikroba, dan fungsi lainnya (Wiyadhie, 2016). Pewarna alami dapat diperoleh dari berbagai jenis bahan baku alam. Bahan baku alam yang dapat digunakan sebagai pewarna alami, antara lain daun pisang kering, bambu (arang bambu/*bamboo charcoal*), dan merang padi. Bahan-bahan tersebut dapat digunakan sebagai sumber pewarna hitam alami pada produk pangan.

Pewarna hitam alami yang berasal dari klaras pisang, bambu, dan merang padi dapat diperoleh dengan proses pengarangan bahan-bahan tersebut pada suhu tinggi. Proses pengarangan ini dapat disebut juga sebagai proses karbonisasi. Karbonisasi atau pengarangan merupakan proses pemecahan atau penguraian selulosa menjadi karbon yang disebabkan oleh adanya pemanasan pada suhu tinggi sekitar 275°C (Mirsa, 2013).

Proses pengarangan ini juga bisa disebut sebagai pirolisis. Pirolisis adalah peristiwa kompleks, dimana senyawa organik dalam biomassa didekomposisi melalui pemanasan tanpa kehadiran oksigen (Iskandar, 2013). Menurut Basu (2010), pirolisis biomassa umumnya berlangsung pada rentang temperatur 300°C sampai dengan 600°C.

Proses pengarangan atau karbonisasi menurut Rahayu (2015), yaitu bahan-bahan yang akan diarangkan dimasukkan ke dalam tungku pengarangan. Kemudian, bahan-bahan tersebut disulut dengan api, sehingga bahan-bahan tersebut menjadi arang. Arang yang dihasilkan, dikeluarkan dari tungku pengarangan. Kemudian arang tersebut dihaluskan dan selanjutnya diayak untuk mendapatkan ukuran bahan yang seragam.

2.2 *Vegetable Carbon/Carbon Black*

Carbon black merupakan pigmen yang tidak larut yang dihasilkan dari pembakaran parsial hidrokarbon. Pigmen dalam *carbon black* dapat disebut sebagai *vegetable carbon* (Miranda *et al.*, 2012). *Vegetable carbon* (dapat disebut juga *vegetable black*) adalah karbon dengan bentuk halus yang dihasilkan dari proses karbonisasi bahan alam melalui aktivasi uap. *Vegetable carbon* dapat digunakan sebagai pewarna makanan dan bahan obat, yaitu penawar racun dalam usus. Pendapat ini berkaitan dengan hasil evaluasi *vegetable carbon* sebagai pewarna makanan yang berasal dari bahan tanaman atau tumbuhan. *Vegetable carbon* telah disahkan sebagai bahan tambahan pangan oleh EU Scientific Committee for Food (SCF) pada tahun 1977 dan 1983 (SCF 1977, 1984) dan Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) pada tahun 1970, 1977 dan 1987 (JECFA 1971, 1978, 1987). Baik JECFA maupun SCF tidak menetapkan asupan harian yang dapat diterima (ADI) untuk *vegetable carbon*, tetapi SCF menyimpulkan bahwa *vegetable carbon* dapat digunakan dalam makanan (EFSA, 2012).

Vegetable carbon dihasilkan dari proses karbonisasi bahan nabati seperti kayu, residu selulosa, gambut, tempurung kelapa, bambu, dll. Bahan mentah dikarbonisasi pada suhu tinggi. *Vegetable carbon* memiliki deskripsi bubuk hitam, tidak bau dan tidak berasa. *Vegetable carbon* ini tidak dapat larut dalam air ataupun pelarut organik (EFSA, 2012).

Bahan dasar pembuatan *vegetable carbon*, yaitu bahan nabati seperti kayu, tempurung kelapa, bambu, ataupun gambut. Bahan-bahan tersebut mengandung selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Selulosa merupakan senyawa organik dengan

formula $(C_6H_{10}O_5)_n$ yang terdapat pada dinding sel dan berfungsi untuk mengokohkan struktur. Hemiselulosa adalah polimer polisakarida heterogen yang tersusun dari unit D-Glukosa, L-Arabinosa dan D-Xilosa yang mengisi ruang antara serat selulosa didalam dinding sel tumbuhan, dengan begitu hemiselulosa adalah matrix pengisi serat selulosa. Selain selulosa dan hemiselulosa pada tumbuhan juga terdapat lignin yang merupakan senyawa kimia yang sangat kompleks dan berstruktur amorf. Lignin juga merupakan polimer dengan berat molekular yang tinggi dengan struktur yang bervariasi. Lignin berfungsi sebagai pengikat untuk sel-sel yang lain dan juga memberikan kekuatan. Semakin banyak kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin maka akan semakin baik karbon aktif yang dihasilkan (Nurdiansah dan Susanti, 2013).

2.3 Daun Pisang

Daun pisang memiliki sifat fungsional sebagai antioksidan dan antimikroba (Sahaa *et al.*, 2013). Sifat fungsional daun pisang sebagai antioksidan didukung oleh penelitian Sahaa *et al.*, (2013) yang menunjukkan bahwa daun pisang memiliki kandungan asam galat. Asam galat merupakan senyawa katekin dan termasuk ke dalam senyawa polifenol (Mastuti dan Handayani, 2014).

Daun pisang memiliki kandungan senyawa polifenol yang berperan sebagai antioksidan. Antioksidan dalam daun pisang, terutama antosianin dan vitamin C ini sensitif terhadap panas, udara, dan cahaya. Selain itu, suhu pengeringan yang tinggi dapat mendorong terjadinya perubahan penting dalam sifat fisiologis dan farmakologis dari komponen senyawa bioaktif dalam daun pisang. Menurut Tomaino *et al.*, (2005), pengeringan pada umumnya menyebabkan penipisan antioksidan yang terjadi secara alami karena ketidakstabilan senyawa-senyawa ini yang disebabkan oleh panasnya pengeringan. Namun, beberapa penelitian telah menunjukkan sedikit atau tidak ada perubahan kadar antioksidan setelah pengeringan. Kurangnya perubahan ini terjadi karena adanya senyawa antioksidan yang stabil terhadap panas, seperti karotenoid (Lim dan Murtijaya, 2006). Madrau *et al.*, (2009), menyatakan bahwa senyawa fenolik dapat hilang apabila diproses

pada suhu tinggi. Oleh karena itu, dalam proses pengeringan daun pisang harus memperhatikan agar kandungan antioksidan dalam daun pisang tidak hilang.

Klaras merupakan daun pisang kering yang banyak ditemukan baik di kebun atau pekarangan rumah masyarakat maupun tumbuh liar di sepanjang jalan. Daun pisang kering tersebut akan membusuk apabila tidak digunakan dan akan menjadi limbah. Gambar daun pisang kering atau klaras dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Daun pisang kering atau klaras

Daun pisang kering belum dimanfaatkan secara optimal, biasanya hanya digunakan sebagai bahan bakar bahkan hanya dibuang. Menurut Mayun (2007), daun pisang memiliki kandungan selulosa 10,85%, lignin 18,21% dan hemiselulosa 19,95%. Kandungan selulosa, hemiselulosa, dan lignin dalam daun pisang dapat mempengaruhi pewarna hitam atau vegetable carbon dari daun pisang kering.

2.4 Bambu

Bambu merupakan tanaman yang tergolong keluarga *Gramineae* (rumput-rumputan) (Widnyana, 2007). Batang bambu berbentuk silindris, beruas, dan berongga. Bambu memiliki peran yang cukup penting dalam kehidupan masyarakat, khususnya masyarakat pedesaan di Indonesia. Pemanfaatan bambu kebanyakan masih digunakan untuk membuat kerajinan.

Bambu memiliki kandungan serat, seperti selulosa dan lignin (Widnyana, 2007). Selulosa dan lignin merupakan serat tidak larut yang memiliki efek sehat bagi tubuh manusia karena dapat memperbaiki pencernaan usus manusia

(Santoso, 2011). Saat ini, bambu tidak hanya dimanfaatkan sebagai kerajinan. Bambu dapat digunakan sebagai bahan baku pewarna hitam alami pada makanan.

Pewarna hitam dari arang bambu merupakan pewarna hitam makanan yang berbentuk bubuk/serbuk. Arang bambu yang digunakan bukan arang sisa pembakaran melainkan berasal dari zat karbon yang telah melalui tahap pemurnian (Yunita, 2018). Kelebihan dari arang bambu yaitu zat warna yang terkandung di dalamnya cukup banyak, sehingga dari penggunaan sedikit saja dari arang bambu akan menghasilkan warna hitam pekat (Saputra, 2016). Pewarna dari arang bambu tidak memiliki rasa dan aroma, sehingga apabila ditambahkan ke dalam makanan tidak menimbulkan aroma arang ataupun rasa pahit (Saputra, 2016). Gambar arang bambu dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Arang bambu

Kesan pertama kebanyakan masyarakat ketika mendengar pewarna yang berasal dari arang bambu yaitu keamanannya. Menurut Saputra (2016), *natural actived charcoal* atau arang bambu aman untuk dikonsumsi karena tidak diserap oleh tubuh. Hal ini terbukti apabila setelah mengkonsumsi makanan yang mengandung arang atau menggunakan arang bambu sebagai pewarnanya, maka feses yang dikeluarkan akan berwarna gelap. Arang yang digunakan sebagai pewarna yang berasal dari bahan alami mempunyai khasiat yang baik untuk tubuh, diantaranya menyerap racun-racun yang ada di tubuh, menyembuhkan diare, dan mengurangi gas pada lambung (Widnyana, 2007). Untuk batas penggunaan bubuk arang bambu, telah dilakukan penelitian di China. Penelitian

ini dilakukan oleh Zhenchao (2015) yang diujikan pada tikus. Tikus tersebut diberi bubuk arang bambu setiap harinya selama 28 hari. Kelompok tikus yang diberikan bubuk arang bambu dibagi dalam kategori dosis rendah, dosis sedang, dan dosis tinggi. Hasil dari penelitian tersebut yaitu menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan antara 3 kelompok tikus yang diberikan bubuk arang bambu dan kelompok tikus kontrol. Berdasarkan data yang didapat, ambang batas penggunaan bubuk arang bambu sebagai zat pewarna adalah 11,24 g/kg berat badan untuk 28 hari.

2.5 Merang Padi

Merang padi dapat dijadikan sebagai bahan pewarna hitam alami pada makanan. Proses pembuatan pewarna hitam dari merangi padi, yaitu dengan membakar merang padi menjadi abu. Abu merang padi inilah yang berfungsi sebagai zat warna hitam alami (Minantyo *et al.*, 2016). Gambar merang padi dapat dilihat pada Gambar 2.3



Gambar 2.3 Merang padi

Berdasarkan penelitian Ma Park dan Won Chae (2013) dalam Adnan (2018), merang padi secara efektif dapat digunakan sebagai pengobatan diare. Hal ini dikarenakan merang padi mengandung komponen serat seperti selulosa, hemiselulosa, lignin dan silika. Hemiselulosa yang mempunyai molekul asam larut di dalam air. Molekul asam tersebut mempengaruhi fermentabilitas bakteri

usus terhadap hemiselulosa (Arisman, 2004), sehingga serat ini berperan sebagai substrat bakteri baik di usus dan dapat menekan pertumbuhan bakteri penyebab diare.

Menurut Suprayono (1994), kandungan selulosa pada jerami padi cukup besar yaitu sekitar 39%. Selulosa dan hemiselulosa merupakan serat tidak larut (Santoso, 2011). Namun, beberapa hemiselulosa mempunyai kemampuan menahan air dan dapat membentuk cairan kental dalam saluran pencernaan, sehingga makanan kaya akan serat, waktu dicerna lebih lama dalam lambung, kemudian serat akan menarik air dan memberi rasa kenyang lebih lama, sehingga mencegah untuk mengkonsumsi makanan lebih banyak (Santoso, 2011). Makanan dengan kandungan serat kasar yang tinggi biasanya mengandung kalori rendah, kadar gula dan lemak rendah yang dapat membantu mengurangi terjadinya obesitas.

2.6 Karbonisasi

Karbonisasi merupakan pemecahan bahan-bahan organik menjadi karbon. Karbonasi dilakukan pada suhu 400-900°C hasilnya didinginkan dan dicuci, untuk menghilangkan dan mendapatkan kembali bahan kimia pengaktif, disaring dan dikeringkan temperatur di atas 170°C akan menghasilkan CO, CO₂ dan asam asetat. Pada temperatur 275°C, dekomposisi menghasilkan tar, metanol dan hasil sampingan lainnya. Pembentukan karbon terjadi pada temperatur 400-600 °C (Nurdiansah dan Susanti, 2013).

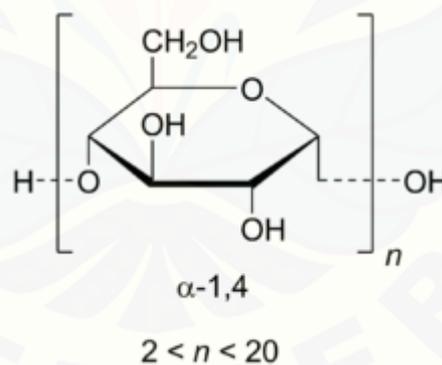
Karbonisasi umumnya berarti pembuatan arang meskipun itu merupakan istilah termasuk distilasi kering. Karbonisasi merupakan suatu proses konversi dari suatu zat organik ke dalam karbon atau residu yang mengandung karbon dalam proses pembuatan arang berkarbon. Karbonisasi dilakukan dengan membakar bahan mentah untuk menghilangkan kandungan air dan material-material lain dalam bahan mentah yang tidak dibutuhkan oleh arang seperti hidrogen dan oksigen atau material yang menguap (Ridhuan dan Suranto, 2017).

Proses karbonisasi juga dikenal dengan pirolisis yang didefinisikan sebagai suatu tahapan dimana material organik awal ditransformasikan menjadi sebuah

material yang semuanya berbentuk karbon. Karbonisasi adalah proses pemecahan selulosa menjadi karbon pada suhu berkisar 275⁰C. Secara umum reaksinya dapat ditulis sebagai berikut: $C_xH_yO_n + O_2 (g) \rightarrow C(s) + CO(g) + H_2O(g)$ (Nurdiansah dan Susanti, 2013).

2.7 Maltodekstrin

Maltodekstrin merupakan produk hidrolisis pati dengan penambahan asam atau enzim dan mengandung unit α -D-glukosa. Maltodekstrin memiliki rumus kimia $C_{6n}H_{(10n+2)}O_{(5n+1)}$ (Husniati, 2009). Sebagian besar dari unit ini terikat melalui ikatan 1,4 glikosidik dengan *Dextrose Equivalent* (DE) kurang dari 20. Maltodekstrin merupakan campuran dari glukosa, maltosa, oligosakarida dan dekstrin. Maltodekstrin dengan DE yang rendah ini bersifat non-higroskopis, sedangkan maltodekstrin dengan DE tinggi cenderung menyerap air. Kebanyakan produk ini ada dalam bentuk kering dan hampir tak berasa. Maltodekstrin sangat banyak aplikasinya seperti bahan pengental sekaligus dapat dipakai sebagai emulsifier (Srihari *et al.*, 2010).



Gambar 2.4 Struktur maltodekstrin (Husniati, 2009)

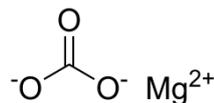
Bahan pewarna makanan dalam bentuk serbuk/bubuk umumnya menggunakan maltodekstrin sebagai bahan pengisi. Maltodekstrin merupakan salah satu bahan pengisi yang digunakan untuk mempercepat pengeringan, penambahan bobot, mengikat bahan, dan melindungi pigmen/warna akibat proses oksidasi (Munirayati *et al.*, 2017). Maltodekstrin memiliki kelebihan diantaranya dapat mudah larut dalam air dingin. Maltodekstrin juga memiliki sifat dapat mengalami dispersi cepat, memiliki sifat daya larut yang tinggi maupun

membentuk film, bersifat higroskopis yang rendah, mampu membentuk *body*, sifat *browning* yang rendah, mampu menghambat kristalisasi dan memiliki daya ikat yang kuat (Tama *et al.*, 2014).

Penambahan maltodekstrin akan memberikan kelarutan produk terhadap air yang semakin tinggi karena adanya peningkatan kadar air pada lapisan *monolayer*, sehingga kelarutannya juga lebih tinggi (Canuto *et al.*, 2014). Selain itu, penambahan maltodekstrin akan menurunkan karakteristik higroskopis dari produk padatan yang dihasilkan, sehingga produk yang dihasilkan akan lebih stabil (Mosquera *et al.*, 2010). Mikroenkapsulasi dengan *freeze drier* akan menghasilkan produk yang lebih mudah larut dalam air karena mempunyai luas permukaan spesifik yang tinggi (struktur porous) dan sangat beragam ukurannya (Fang dan Bhandari, 2012).

2.8 Magnesium Karbonat (MgCO₃)

Magnesium karbonat merupakan salah satu senyawa kimia yang terbentuk akibat adanya reaksi antara magnesium dengan gas karbondioksida dan membentuk senyawa kompleks (MgO)_x.(CO₂)_y.(H₂O)_z yang dikenal dengan hidromagnesit. Senyawa magnesium karbonat bersifat tidak stabil dan akan terurai pada rentang temperatur 250°C – 550°C membentuk senyawa magnesium oksida yang stabil. Senyawa magnesium karbonat yang terdapat di alam, dapat dihasilkan dengan cara melakukan proses karbonasi pada magnesium hidroksida (Mg(OH)₂) dengan kondisi super kritis di temperatur 50°C dan tekanan 90 atm. Proses karbonasi yaitu proses penambahan gas karbon dioksida setelah dilakukan tahapan kalsinasi dan proses slaking pada material yang digunakan. Hasil dari proses karbonasi diperoleh magnesium karbonat bersifat amorf dan memiliki densitas yang rendah (Natasha *et al.*, 2019).



Gambar 2.5 Struktur magnesium karbonat (Natasha *et al.*, 2019)

Peretensi warna (*colour retention agent*) adalah bahan tambahan pangan yang dapat mempertahankan, menstabilkan, atau memperkuat intensitas warna

pangan tanpa menimbulkan warna baru. Termasuk dalam kelompok ini yang diizinkan oleh Permenkes adalah magnesium karbonat dan magnesium hidroksida (Permenkes, 2012). $MgCO_3$ atau magnesium karbonat merupakan bahan penstabil yang biasa digunakan sebagai penstabil pigmen. $MgCO_3$ ini merupakan yang dapat mengikat warna, sehingga warna menjadi tetap stabil (Tama *et al.*, 2014). Pigmen atau zat warna dalam bahan pangan, seperti klorofil atau antosianin umumnya tidak stabil, sehingga perlu menggunakan bahan penstabil. Penambahan bahan penstabil tersebut memiliki tujuan, yaitu agar diperoleh produk dengan zat warna yang stabil selama penyimpanan (Tama *et al.*, 2014). $MgCO_3$ termasuk ke dalam bahan tambahan pangan.

$MgCO_3$ selain sebagai peretensi warna, juga dapat berperan sebagai antikempal. Antikempal merupakan bahan tambahan pangan yang dapat mencegah menggumpalnya pangan yang dapat berupa serbuk ataupun tepung. Bahan tersebut ditambahkan kedalam produk berupa granula atau bubuk yang mempunyai sifat higroskopis (Miranti dan Herlina, 2016). Adapun ambang batas penggunaan $MgCO_3$ dalam Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan (PKBPOM) Republik Indonesia Nomor 10 Tahun 2013, yaitu 2800 mg/kg.

2.9 Karbon Aktif

Karbon aktif merupakan arang dengan struktur amorphous atau mikrokristalin yang sebagian besar terdiri karbon bebas dan memiliki “permukaan dalam” (*internal surface*), biasanya diperoleh dengan perlakuan khusus (Ramdja *et al.*, 2008). Karbon aktif merupakan absorben yang sangat bagus dan banyak digunakan karena luas permukaan dan volume mikropori sangat besar, dan relatif mudah di regenerasi. Keaktifan daya menyerap dari karbon aktif tergantung dari jumlah senyawa karbonnya (Maulinda *et al.*, 2017). Daya serap karbon aktif ditentukan oleh luas permukaan partikel. Kemampuan daya serap karbon aktif ini dapat menjadi lebih tinggi, jika karbon aktif tersebut telah dilakukan aktivasi dengan faktor bahan-bahan kimia ataupun dengan pemanasan pada temperatur tinggi (Maulinda *et al.*, 2017). Dengan demikian, karbon akan mengalami perubahan sifat-sifat fisika dan kimia. Karbon aktif yang berwarna hitam, tidak

berbau, tidak berasa dan mempunyai daya serap yang jauh lebih besar dibandingkan dengan karbon aktif yang belum menjalani proses aktivasi (Maulinda *et al.*, 2017).

Pengolahan karbon aktif dapat dilakukan secara kimia dan fisika. Karbon aktif adalah arang yang telah mengalami perubahan sifat-sifat fisika dan kimianya. Pemanfaatan karbon aktif dapat digunakan sebagai adsorben dalam hal ini untuk menyerap logam berat pada obat dan makanan, pada minuman keras, kimia perminyakan, budidaya udang, industri gula, pemurnian gas, katalisator dan pengolahan pupuk (Arsad, 2010).

2.10 Suspensi

Suspensi adalah sediaan cair yang mengandung partikel padat tidak larut yang terdispersi dalam fase cair. Kestabilan fisik dari suspensi sendiri bisa didefinisikan sebagai keadaan di mana partikel tidak menggumpal dan tetap terdistribusi merata di seluruh sistem dispersi. Karena keadaan yang ideal atau stabil jarang menjadi kenyataan, maka partikel-partikel tersebut akan mengendap, dan partikel-partikel tersebut harus dengan mudah disuspensi kembali dengan sedikit pengocokan saja (Wahyuni *et al.*, 2017).

Faktor-faktor yang mempengaruhi stabilitas suspensi menurut Syamsuni (2006) meliputi :

1) Ukuran partikel

Ukuran partikel erat hubungannya dengan luas penampang partikel serta daya tekan ke atas dari cairan suspensi itu. Hubungan antara ukuran partikel merupakan perbandingan terbalik dengan luas permukaannya, sedangkan antara luas permukaan dengan daya tekan ke atas merupakan hubungan linear. Semakin besar ukuran partikel, semakin kecil luas penampangnya. Semakin kecil luas penampang suatu bahan dapat mendorong partikel bahan bergerak ke atas atau ke bawah dan terjadi pengendapan. Untuk memperlambat gerakan tersebut, dapat dilakukan dengan memperkecil ukuran partikel suatu bahan.

2) Kekentalan atau viskositas

Kekentalan suatu cairan mempengaruhi pula kecepatan aliran dari cairan tersebut. Semakin kental suatu cairan semakin turun kecepatannya. Kecepatan aliran tersebut mempengaruhi gerakan turunnya partikel di dalamnya.

3) Jumlah partikel

Apabila dalam suatu ruangan berisi partikel dalam jumlah besar, maka partikel tersebut akan susah melakukan gerakan karena sering terjadi benturan antara partikel tersebut. Benturan itu akan menyebabkan terbentuknya endapan dari zat tersebut.

Selain yang disebutkan di atas, stabilitas suspensi menurut Gozali (2016) dapat dipengaruhi oleh :

1. Suhu

Suhu yang tinggi dapat mempengaruhi semua reaksi kimia. Kenaikan suhu akan mempercepat reaksi kimia dalam suatu produk. Suhu yang terlalu tinggi akan menyebabkan stabilitas campuran menjadi berkurang dan akhirnya menyebabkan penurunan kadar dari campuran tersebut.

2. pH

pH dapat mempengaruhi tingkat dekomposisi suatu produk. Dengan adanya penambahan asam ataupun basa dapat menyebabkan penguraian campuran menjadi dipercepat dan menyebabkan suatu produk menjadi tidak stabil.

2.11 Intensitas Warna

Intensitas warna yaitu suatu karakteristik cahaya yang dapat diukur panjang gelombangnya (Moulana *et al.*, 2012). Suatu zat akan berwarna jika zat tersebut melakukan absorpsi selektif sinar yang masuk dan meneruskan sebagian sinar yang tidak diadsorpsi atau sinar yang lewat (Moulana *et al.*, 2012). Intensitas warna dapat dikatakan sebagai tingkat kecerahan suatu warna (Tamamy *et al.*, 2018). Dalam suatu penelitian, pengukuran intensitas warna dilakukan dengan mengukur absorbansinya pada panjang gelombang tertentu. Namun, Aryanti *et al.*, (2016) dalam penelitiannya, pengukuran intensitas warna dengan *Chromameter* berdasarkan sistem warna *Hunter's Lab Colorimetric System* dengan sistem notasi warna Hunter dicirikan dengan tiga nilai yaitu L (*Lightness*), a* (*Redness*), dan b*

(*Yellowness*). Intensitas warna juga dapat diukur dengan menggunakan spektrofotometer. Semakin tinggi nilai absorbansi, maka semakin tinggi intensitas warna suatu produk tersebut.

Intensitas warna merupakan tingkat kecerahan suatu warna. Pada penelitian yang dilakukan oleh Tamamy *et al.*, (2018) yang berjudul Nilai pH dan Intensitas Warna Antosianin Buah Jamblang (*Syzygium cumini*) yang Diekstrak dengan Metode Ultrasonik, pengukuran intensitas warna dilakukan dengan menggunakan panjang gelombang 520 nm. Parameter yang dilihat, yaitu tingkat warna dari ekstrak antosianin dengan mengukur absorbansinya. Pada penelitian ini diperoleh nilai absorbansi antara 0,415 hingga 0,887 dengan rata-rata 0,548 dengan menggunakan metode ultrasonik sedangkan pada ekstraksi antosianin menggunakan metode maserasi adalah 0,746. Semakin tinggi intensitas warna, warna ekstrak yang diperoleh akan semakin merah.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Rekayasa Proses Hasil Pertanian dan Laboratorium Kimia dan Biokimia Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Pelaksanaan penelitian ini dimulai pada bulan Oktober 2020 sampai Januari 2021.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan adalah daun pisang kepok, bambu petung, merang padi, yang diperoleh dari Desa Menampu Kecamatan Gumukmas Jember, akuades, air, larutan buffer jadi (pH 3, 4, 5, dan 6), maltodekstrin, $MgCO_3$, putih telur.

3.2.2 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi colour reader, neraca analitik Ohaus, erlenmeyer, tabung reaksi, spektrofotometer UV-vis, gelas ukur, beaker glass, pipet ukur, tabung reaksi, corong, labu ukur, tisu, pH meter, blender “philip”, ayakan, oven kue yang pemanasannya menggunakan kompor, kompor, loyang oven.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dua faktor. Faktor A adalah jenis bahan baku pewarna hitam alami dari klaras pisang (A1), bambu (A2), dan merang padi (A3), dan faktor B adalah konsentrasi maltodekstrin 1% (B1), 3% (B2), dan 5% (B3). Pengujian pada setiap perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali. Kombinasi perlakuan dalam penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 3.1**

Tabel 3.1 Kombinasi perlakuan pada penelitian

Jenis Bahan Baku	Konsentrasi maltodekstrin		
	(B)		
	1	2	3
1	A1B1	A1B2	A1B3
2	A2B1	A2B2	A2B3
3	A3B1	A3B2	A3B3

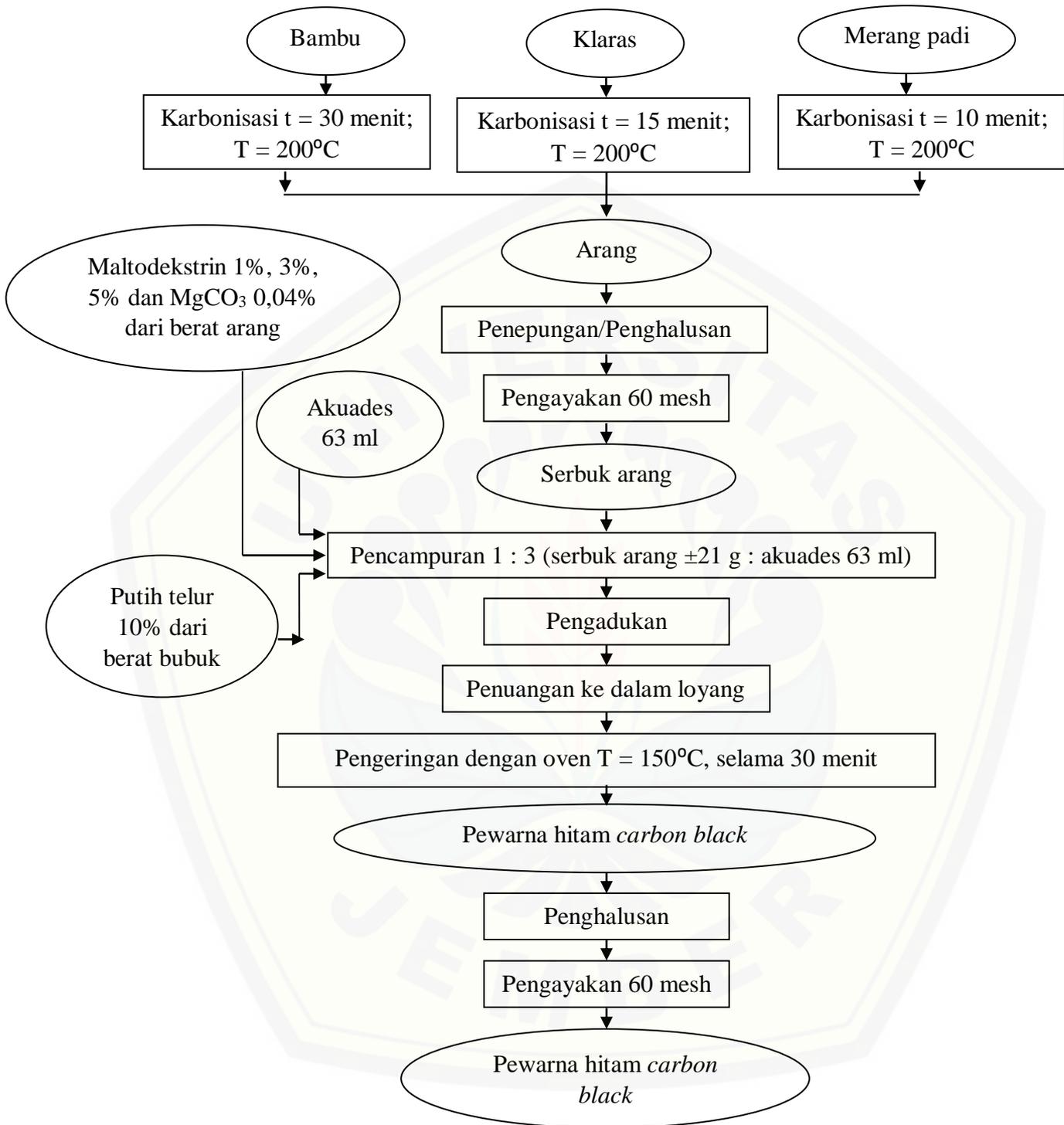
3.3.2 Tahapan Penelitian

Penelitian ini merupakan eksperimen skala laboratorium (*experimental laboratory*) dengan perlakuan jenis bahan baku serbuk pewarna hitam alami dengan tahapan penelitian sebagai berikut :

a. Pembuatan Bubuk Perwarna Hitam

Pembuatan bubuk pewarna hitam alami dilakukan dengan proses karbonisasi klaras pisang, batang bambu, dan merang padi dengan menggunakan oven kue yang dipanaskan pada kompor. Sebelum dioven, bahan-bahan tersebut dikecilkan ukurannya, kemudian dimasukkan ke dalam loyang. Loyang tersebut kemudian dimasukkan ke dalam oven. Selama pemanasan dalam oven, terjadi proses karbonisasi. Indikator proses karbonisasi sedang berlangsung, yaitu ditandai dengan dihasilkannya asap yang banyak dan pekat. Asap tersebut keluar melalui lubang yang berada di bagian belakang oven, apabila asap sudah menipis dan habis menandakan bahwa proses karbonisasi selesai dan bahan yang dikarbonisasi menjadi arang. Arang yang dihasilkan tidak boleh langsung terkena udara bebas karena dikhawatirkan akan terjadi pembakaran lanjut yang mengakibatkan menjadi abu. Arang yang dihasilkan tidak boleh langsung terkena udara bebas karena dikhawatirkan akan terjadi pembakaran lanjut yang mengakibatkan menjadi abu. Intinya, setelah karbonisasi selesai, kompor dimatikan dan loyang dikeluarkan. Setelah loyang dikeluarkan, bahan yang diarang dipindah ke tempat atau wadah panci tertutup agar tidak kontak langsung dengan udara dan dibiarkan hingga dingin baru kemudian dibuka. Oven didiamkan hingga dingin, hal ini dikarenakan apabila dalam keadaan panas bahan dikeluarkan dari oven dan kontak langsung dengan udara, maka dapat membakar keseluruhan bahan dan bahan akan menjadi abu. Selanjutnya, arang yang

terbentuk dilakukan penepungan atau penghalusan dan pengayakan 60 mesh, sehingga didapatkan bubuk arang. Kemudian dilakukan pencampuran dengan maltodekstrin (1%, 3%, dan 5% dari berat arang) serta $MgCO_3$ sebanyak 0,04%, putih telur 10%, dan air atau akuades dengan perbandingan arang dan akuades, yaitu 1 : 3 (21 gram serbuk arang, 63 ml akuades). Kemudian dilakukan pengadukan, setelah itu dituangkan ke dalam loyang dan dilakukan pengeringan dengan menggunakan oven pada suhu 150° hingga kering. Kemudian didapatkan pewarna hitam alami. Pewarna yang dihasilkan dilakukan penggilingan atau penghalusan dan dilakukan pengayakan 60 mesh, sehingga dihasilkan serbuk pewarna hitam dari klaras pisang, batang bambu, dan merang padi. Diagram alir pembuatan serbuk pewarna hitam alami dapat dilihat pada **Gambar 3.1**



Gambar 3.1 Proses pembuatan pewarna hitam (Tama *et al.*, 2014)

b. Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati terhadap serbuk pewarna hitam alami berbahan baku daun pisang kering (klaras pisang), bambu, dan merang padi meliputi rendemen, densitas kamba, sudut curah, kadar air, intensitas warna, stabilitas suspensi terhadap suhu, dan stabilitas suspensi terhadap pH.

3.3.3 Prosedur Analisis

1. Rendemen

Rendemen adalah perbandingan antara berat bahan akhir yang dihasilkan dengan berat bahan segar, menggunakan satuan persen (%). Rendemen diperoleh dari perbandingan antara berat serbuk pewarna hitam yang dihasilkan dari berbagai jenis bahan alami (klaras, arang bambu, dan merang padi) dengan berat bahan segar (klaras, arang bambu, dan merang padi). Besarnya rendemen dapat di peroleh dengan rumus :

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Berat akhir}}{\text{Berat awal}} \times 100\%$$

Keterangan :

Berat awal : 21 gram bahan baku arang + maltodekstrin + MgCO₃ + putih telur 10%

Berat akhir : Pewarna hitam yang dihasilkan sebelum dilakukan pengayakan

2. Densitas Kamba (Indriyani dan Suyanto, 2014)

Pengukuran densitas kamba dilakukan dengan memasukkan sampel serbuk ke dalam volume 100 ml gelas ukur. Untuk menghitung densitas kamba serbuk pewarna hitam menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\rho_k = \frac{m}{V}$$

Keterangan :

ρ_k : densitas kamba (g/cm³ atau g/ml)

m : massa bahan (gram)

V : volume (cm³)

3. Sudut Curah (Priastuti dan Suhandy, 2017)

Pengukuran sudut curah dilakukan dengan cara menjatuhkan bubuk pewarna hitam *carbon black* pada ketinggian sekitar 10 cm melalui corong dengan diameter corong, yaitu 10 cm ke bidang datar dan menggunakan kertas putih sebagai alas bidang datar. Kemudian dilakukan pengukuran tinggi dan diameter tumpukan serbuk pewarna hitam tersebut menggunakan jangka sorong dengan rumus sebagai berikut :

$$\tan \alpha = \frac{t}{r}$$

Keterangan :

t : tinggi (cm)

r : jari-jari (cm)

4. Tingkat Kecerahan (Aryanti *et al.*, 2016)

Perhitungan intensitas warna pewarna hitam dari klaras pisang, arang bambu, dan merang padi menggunakan pengujian dengan sistem warna Hunter L* (warna putih), a* (warna merah), b* (warna kuning). Sampel berupa bubuk/serbuk pewarna yang telah jadi dan telah ditimbang beratnya dimasukkan ke dalam wadah bening yang diusahakan rata dan tidak terlalu tebal. Kemudian mata cahaya *chromameter* ditempelkan sedekat mungkin dengan sampel dan disinari. Pembacaan *L, *a dan *b dilakukan sebanyak 3 kali pada posisi yang berbeda. *Chromameter* terlebih dahulu dikalibrasi dengan standar warna putih, yaitu pada keramik putih. Hasil analisis derajat putih yang dihasilkan berupa nilai L*, a*, b*. Pengukuran total derajat warna digunakan basis warna putih sebagai standar.

5. Kadar Air (AOAC, 2005)

Prinsip pengukuran kadar air serbuk pewarna hitam makanan diawali dengan cara memasukkan botol timbangan ke dalam oven suhu 105°C selama 30 menit. Setelah dilakukan pengovenan, botol dimasukkan ke dalam eksikator selama 15 menit untuk didapatkan suhu yang konstan dan ditimbang sebagai (a) gram. Botol yang sudah ditimbang dan diketahui beratnya, selanjutnya diisi dengan sampel pewarna hitam makanan dari berbagai jenis bahan baku (klaras pisang, bambu, dan merang padi) sebanyak 2 gram dan ditimbang sebagai (b)

gram. Setelah itu dioven dengan suhu 105°C selama 4 - 6 jam. Selanjutnya sampel + botol yang telah ditimbang, didinginkan dalam eksikator selama 15 menit dan ditimbang kembali sebagai (c) gram hingga berat konstan, yaitu apabila selisih berat botol timbang + sampel setelah dioven yang pertama berat botol timbang + sampel setelah dioven berikutnya tidak lebih dari 0,010. Kemudian dilakukan perhitungan dengan rumus:

$$\text{Kadar Air \% (bb)} = \frac{(b - c)}{(b - a)} \times 100\%$$

Keterangan :

a = berat botol timbang (a)

b = berat botol timbang+ sampel sebelum dioven (g)

c = berat botol timbang + sampel setelah dioven (g)

6. Stabilitas Suspensi Pewarna Hitam

Uji stabilitas suspensi pewarna hitam dari klaras pisang, arang bambu, dan merang padi dilakukan dengan melarutkan 10 gram serbuk pewarna ke dalam 250 ml akuades. Kemudian dilakukan pengujian stabilitas suspensi bubuk pewarna tersebut. Uji stabilitas dilakukan pada suhu dan pH yang berbeda.

1) Pengaruh Suhu

Bubuk pewarna hitam dari klaras pisang, arang bambu, dan merang padi yang telah dilarutkan diambil masing-masing sebanyak 15 ml dan dimasukkan ke dalam masing-masing tabung reaksi. Tiap larutan dalam tabung reaksi dikondisikan pada suhu 15°C, 45°C, 60°C, 75°C, dan 90°C selama 30 menit. Volume larutan setelah dikondisikan pada suhu tersebut diusahakan sama seperti volume semula, yaitu dengan cara menambahkan air panas, ke dalamnya, kecuali untuk suhu 15°C, dan dilakukan penyaringan, kemudian diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang pada 400 – 600 nm, dan didapatkan nilai absorbansi paling tinggi pada panjang gelombang 400 nm. Apabila nilai absorbansinya tinggi, maka sampel tersebut dapat dinyatakan stabil pada suhu tersebut, namun apabila nilai absorbansinya rendah, maka sampel tersebut tidak larut dan mudah mengendap, sehingga sampel tersebut dinyatakan tidak stabil.

2) Pengaruh pH

Sebanyak 20 ml dari stok larutan uji stabilitas suspensi yang tersisa. Kemudian ditambahkan 1 ml larutan buffer dengan 4 tingkat keasaman (pH 3, 4, 5, dan 6). Kemudian sampel dilakukan penyaringan dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 400 - 600 nm, dan didapatkan nilai absorbansi paling tinggi pada panjang gelombang 400 nm. Apabila nilai absorbansinya tinggi, maka sampel tersebut dapat dinyatakan stabil pada pH tersebut, namun apabila nilai absorbansinya rendah, maka sampel tersebut tidak larut dan mudah mengendap, sehingga sampel tersebut dinyatakan tidak stabil.

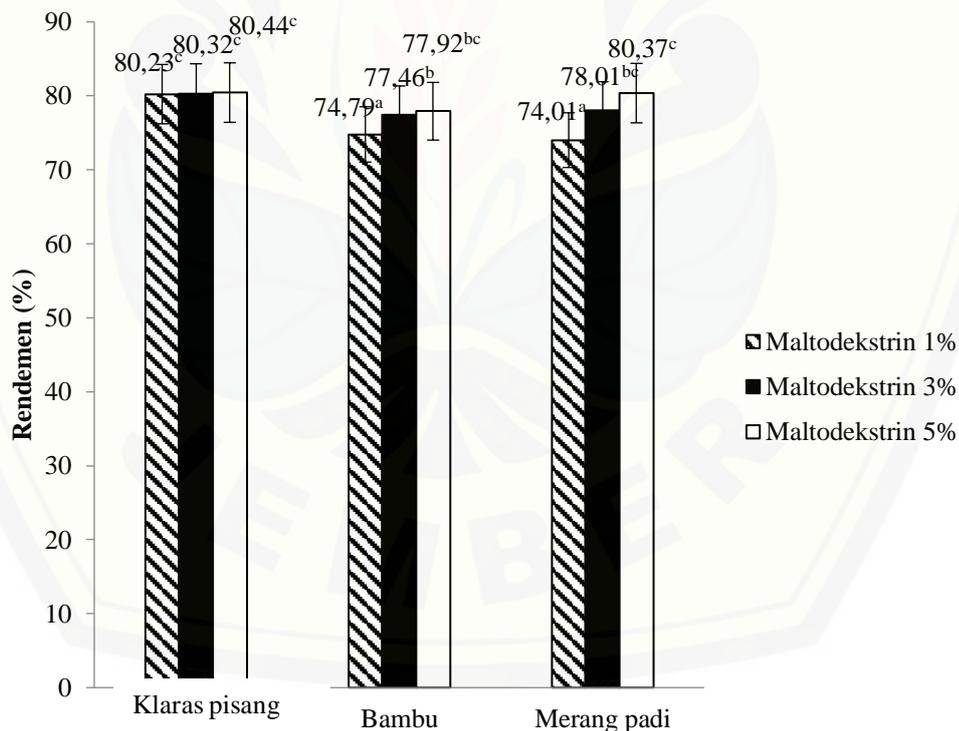
3.4 Analisis Data

Data yang didapatkan dianalisis dengan sidik ragam pada taraf kepercayaan 95%, dan apabila ada pengaruh nyata antar perlakuan dilanjutkan dengan uji beda DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) dan menggunakan persamaan regresi pada uji stabilitas suspensi terhadap suhu dan uji stabilitas suspensi terhadap pH.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Rendemen

Rendemen pewarna hitam *carbon black* dari klaras pisang, bambu, dan merang padi dihitung berdasarkan perbandingan berat akhir pewarna hitam *carbon black* yang dihasilkan dengan berat awal berat bahan dikalikan 100%. Hasil analisis statistik menggunakan ANOVA pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha \leq 0,05$) menunjukkan bahwa jenis bahan baku, konsentrasi maltodekstrin, dan interaksi keduanya berpengaruh secara signifikan terhadap rendemen pewarna hitam yang dihasilkan. Hasil pengujian rendemen pewarna hitam pada berbagai jenis bahan baku dan konsentrasi maltodekstrin berkisar antara 72,60% - 84,27% (Lampiran 1). Rata-rata rendemen pewarna hitam dengan perbedaan bahan baku dan konsentrasi maltodekstrin berkisar antara 74,01% - 80,44% (Gambar 4.1).



Gambar 4.1 Rendemen pewarna hitam dari berbagai jenis bahan baku dan konsentrasi maltodekstrin

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa rata-rata rendemen tertinggi diperoleh dari pewarna hitam dengan bahan baku klaras pisang dengan penambahan maltodekstrin sebanyak 5% dengan nilai 80,44% dan rendemen terendah diperoleh dari pewarna hitam makanan dengan bahan baku merang padi dengan penambahan maltodekstrin sebanyak 1% dengan nilai 74,01%. Penambahan maltodekstrin dengan konsentrasi yang tinggi akan meningkatkan rendemen pewarna hitam makanan yang dihasilkan. Peningkatan rendemen dipengaruhi oleh banyaknya jumlah maltodekstrin yang ditambahkan, karena semakin banyak maltodekstrin akan semakin besar total padatan yang diperoleh (Ramadhia *et al.*, 2012). Selain dapat sebagai bahan pengisi, maltodekstrin dapat berperan sebagai bahan pengikat. Pada saat bubuk arang dilakukan pencampuran dengan maltodekstrin, MgCO₃, putih telur dan air, maka maltodekstrin tersebut dapat sebagai bahan pengikat yang baik pada campuran tersebut karena menghasilkan viskositas yang rendah pada total padatan yang tinggi. Hal tersebut akan memudahkan pengeringan dan akan menghasilkan rendemen yang tinggi (Kania *et al.*, 2015). Hal ini sesuai dengan penelitian Matarani *et al.*, (2019), bahwa rendemen meningkat seiring dengan semakin besar jumlah penambahan maltodekstrin yang digunakan. Tama *et al.*, (2017) dalam penelitiannya juga menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin yang digunakan maka akan semakin tinggi rendemennya.

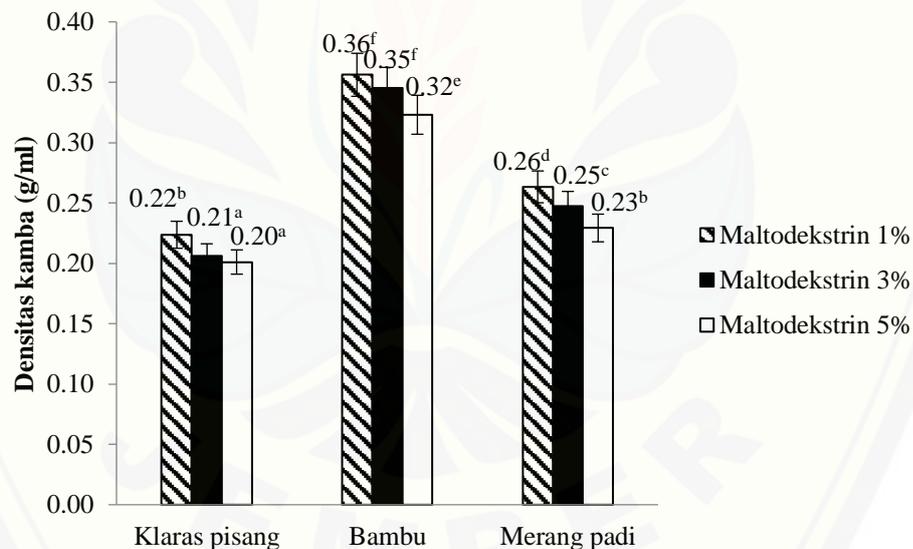
Rendemen arang/pewarna hitam *carbon black* dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu kadar air bahan saat proses karbonisasi, tipe dari alat karbonisasi yang digunakan, dan personal yang melakukan proses karbonisasi. (Hastuti *et al.*, 2015). Salah satu yang mempengaruhi rendemen pewarna hitam *carbon black* ini, yaitu kadar air bahan saat proses karbonisasi. Klaras pisang memiliki kadar air 13% – 14% (Sagrin dan Chong, 2013). Kadar air daun pisang kering ini lebih tinggi dari kadar air bambu dan merang padi. Pada penelitian ini, bambu yang digunakan adalah bambu petung kering. Kadar air bambu petung kering udara umumnya berkisar antara 6,68% – 7,20% (Akbar dan Aprianis, 2015), sedangkan kadar air pada merang padi yaitu 8,09% (Ilham *et al.*, 2018). Selain kadar air bahan saat karbonisasi, proses pemanasan pada saat karbonisasi juga

mempengaruhi nilai rendemen pewarna hitam *carbon black* yang dihasilkan. Pemanasan pada suhu tinggi saat karbonisasi dapat menurunkan nilai rendemen. Selain itu, dapat mengurangi volume dan berat produk, sehingga kadar airnya turun dan dapat menghasilkan nilai rendemen yang rendah (Sipayung *et al.*, 2015).

Selain kadar air bahan saat proses karbonisasi, kandungan serat seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignin dalam bahan berpengaruh terhadap rendemen produk yang dihasilkan. Menurut Loiwatu dan Manuhuwa (2008), bambu petung memiliki kandungan holoselulosa (selulosa dan hemiselulosa) sebanyak 73,63% dan lignin 27,37%. Kandungan serat bambu petung yang digunakan untuk membuat pewarna hitam ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan daun pisang kering yang hanya memiliki kandungan selulosa 10,85%, lignin 18,21%, dan hemiselulosa 19,95% (Suparti dan Marfuah, 2015) dan merang padi yang hanya memiliki kandungan selulosa 37,71%, lignin 16,62%, dan hemiselulosa 21,99% (Pratiwi *et al.*, 2016). Kandungan selulosa, hemiselulosa, dan lignin pada bambu lebih tinggi dari pada klaras pisang dan merang padi, dan kandungan selulosa, hemiselulosa, serta lignin pada klaras pisang lebih rendah dari pada merang padi. Kandungan lignin yang tinggi dalam bahan saat proses karbonisasi mempengaruhi rendemen yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan susunan ikatan lignin C-C dan C=C lebih sulit diputus jika dibandingkan dengan susunan ikatan selulosa dan hemiselulosa (Hastuti *et al.*, 2015). Hal inilah yang mengakibatkan proses karbonisasi bambu lebih lama dari pada klaras pisang dan merang padi, agar susunan ikatan lignin terpecah, namun justru selulosa dan hemiselulosa pada bambu mengalami degradasi dalam waktu yang lama, sehingga mengakibatkan rendemen pada pewarna hitam *carbon black* rendah. Hal ini berbanding terbalik dengan klaras pisang yang memiliki kandungan selulosa, hemiselulosa, dan lignin yang rendah, sehingga waktu karbonisasi cepat, sehingga menghasilkan rendemen yang tinggi. Hal ini sesuai dengan penelitian Akbar dan Aprianis (2015) yang menyatakan bahwa kandungan selulosa dan lignin yang tinggi dalam bahan akan menghasilkan rendemen produk yang rendah.

4.2 Densitas Kamba

Densitas kamba pewarna hitam dari daun pisang kering, bambu, dan merang padi diperoleh dengan membagi antara berat pewarna dengan volume pewarna hitam dalam satuan gram/ml. Hasil analisis menggunakan ANOVA pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha \leq 0,05$) menunjukkan bahwa jenis bahan baku pewarna hitam makanan dan konsentrasi maltodekstrin berpengaruh secara signifikan terhadap densitas kamba pewarna hitam yang dihasilkan, sedangkan interaksi antara keduanya berpengaruh tidak signifikan terhadap nilai densitas kamba pewarna hitam yang dihasilkan. Hasil pengujian densitas kamba pewarna hitam pada berbagai jenis bahan baku dan konsentrasi maltodekstrin berkisar antara 0,20 g/ml - 0,37 g/ml (Lampiran 2). Rata-rata densitas kamba pewarna hitam dengan perbedaan jenis bahan baku dan konsentrasi maltodekstrin berkisar antara 0,20 g/ml – 0,36 g/ml (Gambar 4.2).



Gambar 4.2 Densitas kamba pewarna hitam dari berbagai jenis bahan baku dan konsentrasi maltodekstrin

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa rata-rata nilai densitas kamba tertinggi diperoleh dari pewarna hitam dengan bahan baku bambu dengan penambahan maltodekstrin sebanyak 1% dengan nilai 0,36 g/ml dan rata-rata densitas kamba terendah diperoleh dari pewarna hitam makanan dengan bahan baku klaras pisang dengan penambahan maltodekstrin sebanyak 5% dengan nilai 0,20 g/ml. Densitas

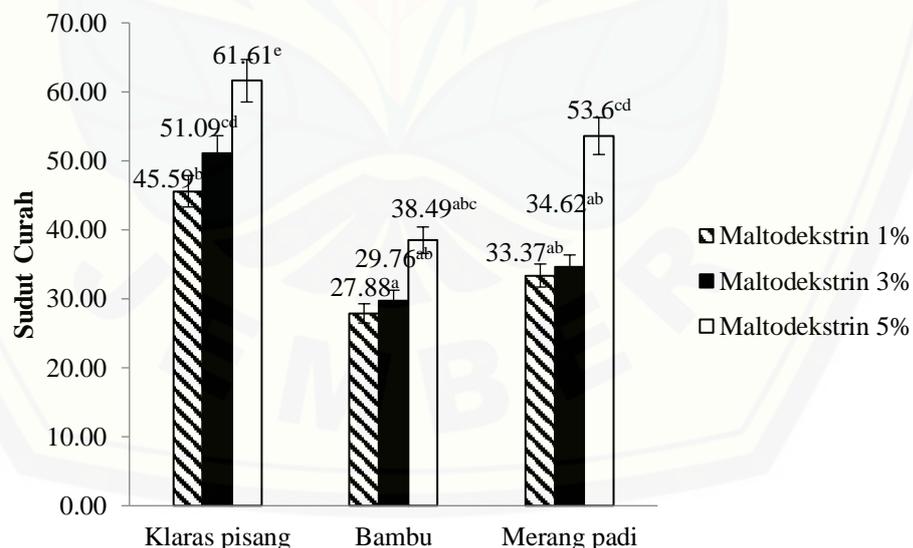
kamba merupakan perbandingan antara berat bahan dengan volume ruang yang ditempati dan dinyatakan dalam satuan g/ml (Rieuwpassa *et al.*, 2013). Interaksi antara jenis bahan baku dan konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan tidak signifikan terhadap nilai densitas kamba pewarna hitam yang dihasilkan. Pada jenis bahan baku, pewarna hitam dengan bahan baku bambu memiliki nilai densitas kamba tertinggi, sedangkan pewarna hitam dengan bahan baku klaras pisang nilai densitas kambanya terendah. Pewarna hitam dari bambu mempunyai nilai densitas kamba lebih tinggi dibandingkan dengan densitas kamba pewarna hitam dari klaras dan merang padi. Hal ini disebabkan oleh pengeringan oven setelah bubuk arang dicampur dengan bahan-bahan lain. Pengeringan dalam oven mengakibatkan bubuk pewarna hitam dari klaras pisang lebih porous, sehingga dihasilkan bubuk pewarna hitam yang ringan dan berongga. Partikel-partikel dengan porositas besar mengakibatkan rongga-rongga antar partikel terisi oleh udara, sehingga densitas kambanya lebih kecil (Atmaka dan Amanto, 2010).

Pada konsentrasi maltodekstrin, semakin tinggi penambahan maltodekstrin, maka nilai densitas kambanya semakin rendah. Menurut Widiasanti *et al.*, (2019) semakin banyak maltodekstrin yang ditambahkan maka akan semakin menurun nilai densitas kambanya. Hal ini dikarenakan maltodekstrin memiliki berat jenis yang lebih rendah daripada berat jenis dari arang, sehingga peningkatan maltodekstrin yang ditambahkan akan menurunkan densitas kamba dari pewarna hitam yang dihasilkan. Maltodekstrin memiliki berat jenis 1,4 g/cm³; sedangkan arang memiliki berat jenis 208 g/cm³.

Suatu bahan dinyatakan kamba (*bulky*) apabila nilai densitas kambanya kecil (Rieuwpassa *et al.*, 2013). Hal ini menunjukkan bahwa pada Gambar 4.2, sampel dengan konsentrasi maltodekstrin 5% lebih kamba (*bulky*) dibandingkan dengan sampel dengan konsentrasi maltodekstrin 1% dan 3%, sedangkan pewarna hitam dengan bahan baku klaras pisang lebih kamba (*bulky*) dari pewarna hitam dengan bahan baku bambu ataupun merang padi, karena pewarna hitam dengan bahan baku daun pisang kering memiliki nilai densitas kamba yang rendah.

4.3 Sudut Curah

Sudut curah atau *angle of repose* merupakan sudut yang terbentuk antara bidang datar dengan sisi miring curahan pada produk pangan (tepung, biji-bijian, atau serbuk/bubuk). Untuk mengetahui sudut curah suatu bahan atau produk pangan, dilakukan dengan menuangkan bahan di atas bidang datar hingga membentuk menyerupai kerucut. Sudut curah merupakan hal yang sangat penting dalam bahan pangan. Hal ini dikarenakan, sudut curah digunakan dalam membantu mendesain wadah, peralatan produksi, serta fasilitas penyimpanan. Hasil analisis menggunakan ANOVA pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha \leq 0,05$) menunjukkan bahwa jenis bahan baku pewarna hitam dan konsentrasi maltodekstrin berpengaruh secara signifikan terhadap sudut curah pewarna hitam yang dihasilkan, sedangkan interaksi antara keduanya berpengaruh tidak signifikan terhadap derajat sudut curah pewarna hitam yang dihasilkan. Hasil pengujian sudut curah pewarna hitam pada berbagai jenis bahan baku dan konsentrasi maltodekstrin berkisar antara $19,56^\circ - 72,45^\circ$ (Lampiran 3). Rata-rata sudut curah pewarna hitam dengan perbedaan jenis bahan baku dan konsentrasi maltodekstrin berkisar antara $27,88^\circ - 61,61^\circ$ (Gambar 4.3).



Gambar 4.3 Sudut curah pewarna hitam dari berbagai jenis bahan baku dan konsentrasi maltodekstrin

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa rata-rata nilai sudut curah tertinggi diperoleh dari pewarna hitam dengan bahan baku klaras pisang dengan

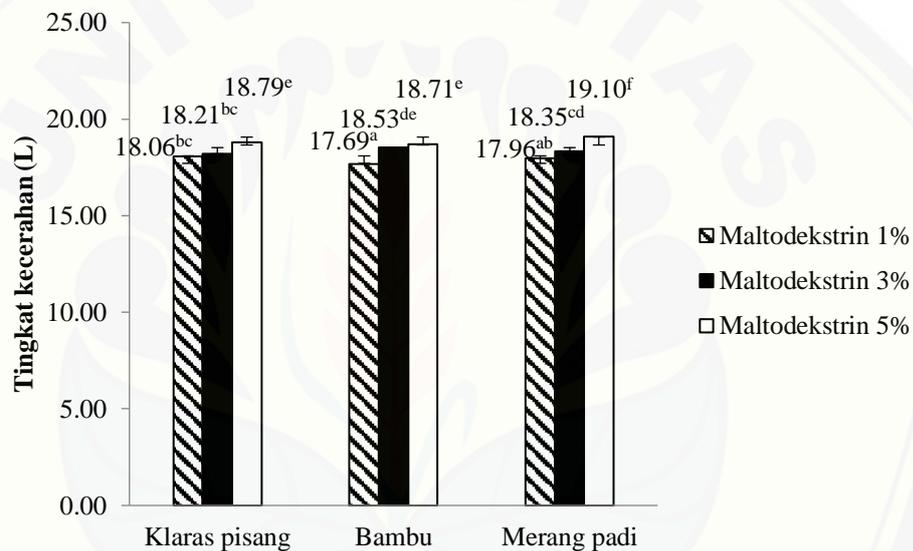
penambahan maltodekstrin sebanyak 5% dengan nilai $61,61^{\circ}$ dan rata-rata sudut curah terendah diperoleh dari pewarna hitam dengan bahan baku bambu dengan penambahan maltodekstrin sebanyak 1% dengan nilai $27,88^{\circ}$. Interaksi antara jenis bahan baku dan konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan tidak signifikan terhadap nilai sudut curah pewarna hitam yang dihasilkan. Pewarna hitam dari bambu memiliki nilai sudut curah yang lebih rendah dibandingkan pewarna hitam dari klaras dan merang padi. Semakin rendah nilai sudut curah suatu produk, maka semakin tinggi daya awurnya, sehingga produk menjadi mudah mengalir. Sudut curah berbanding lurus dengan kadar air, semakin rendah kadar air, maka sudut curahnya semakin rendah pula. Hal ini dikarenakan produk dengan kadar air yang rendah akan mudah untuk mengalir atau menyebar, sehingga sudut yang terbentuk semakin kecil. Sudut curah juga dipengaruhi oleh pengeringan oven yang kedua pada pembuatan pewarna hitam.

Nilai sudut curah pewarna hitam semakin tinggi seiring dengan penambahan maltodekstrin. Semakin banyak konsentrasi maltodekstrin, semakin tinggi nilai sudut curah yang didapat. Hal ini diduga semakin banyak maltodekstrin yang ditambahkan maka akan semakin kecil kadar air bahan yang dihasilkan, sehingga massa bahan menjadi lebih kecil. Pawestri *et al.*, (2020) dalam penelitiannya menyatakan bahwa maltodekstrin mempengaruhi ukuran partikel suatu bubuk. Semakin kecil ukuran partikel maka semakin luas area permukaan per unit massa dari bubuk, sehingga mengurangi daya awur atau kemampuan mengalir dan mengakibatkan nilai sudut curahnya tinggi. Menurut Yulianti dan Setiyo (2020), apabila nilai sudut curah suatu bahan pangan $\leq 35^{\circ}$ menandakan bahwa bahan pangan tersebut mudah mengalir, namun apabila nilai sudut curah $\geq 55^{\circ}$ menandakan bahan pangan tersebut memiliki sifat sangat kohesif dan sulit untuk mengalir.

4.4 Tingkat Kecerahan

Kecerahan warna memiliki peran penting pada karakteristik fisik produk pangan, karena dapat memberikan efek persepsi baik dan buruk bahan pangan untuk dapat dimakan (Choi *et al.*, 2014). Hasil analisis statistik menggunakan

ANOVA pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha \leq 0,05$) menunjukkan bahwa konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan dan interaksi keduanya berpengaruh secara signifikan terhadap tingkat kecerahan produk pewarna hitam makanan yang dihasilkan, sedangkan jenis bahan baku pewarna hitam tidak berpengaruh secara signifikan. Hasil pengujian tingkat kecerahan pewarna hitam pada berbagai jenis bahan baku dan konsentrasi maltodekstrin berkisar antara 17,53 – 19,23 (Lampiran 4). Rata-rata tingkat kecerahan warna pada pewarna hitam dengan perbedaan jenis bahan baku dan konsentrasi maltodekstrin berkisar antara 17,69 – 19,10 (Gambar 4.4).



Gambar 4.4 Tingkat kecerahan pewarna hitam dari berbagai jenis bahan baku dan konsentrasi maltodekstrin

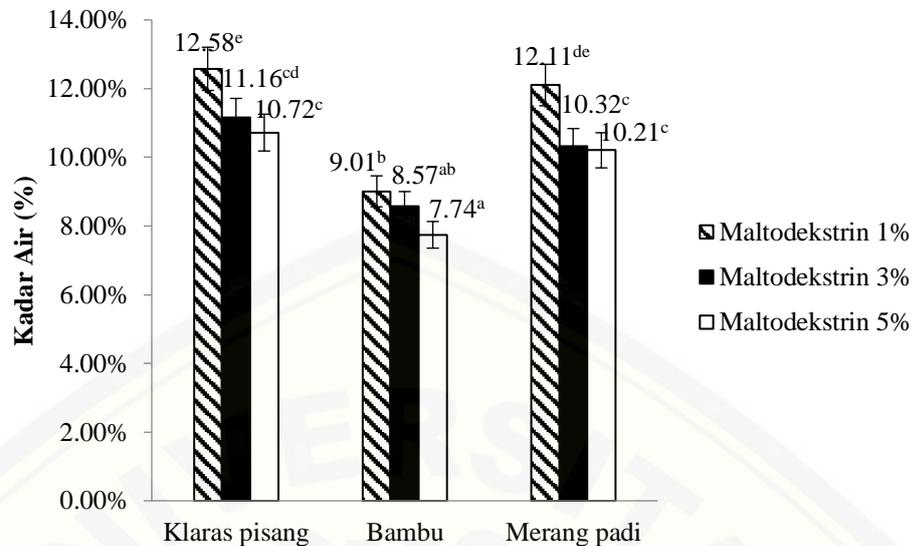
Gambar 4.4 menunjukkan bahwa rata-rata nilai intensitas warna tertinggi diperoleh dari pewarna hitam dengan bahan baku merang padi dengan penambahan maltodekstrin 5% dengan rata-rata nilai L yaitu 19,10; sedangkan pewarna hitam dari bambu dengan penambahan maltodekstrin 1% memiliki nilai tingkat kecerahan warna paling rendah dengan rata-rata nilai L yaitu 17,69. Hasil analisis semua sampel menunjukkan nilai L yang rendah (jauh dari angka 100). Nilai L merupakan suatu nilai yang menyatakan gelap dan terangnya bubuk pewarna hitam ini, di mana nilai L 100 menunjukkan warna putih. Hal ini menunjukkan bahwa semakin rendah nilai L yang diperoleh, maka tingkat

kecerahannya menurun atau mendekati gelap atau gelap (Matarani *et al.*, 2019).

Gambar 4.4 menunjukkan semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan, tingkat kecerahan warna produk pewarna hitam semakin naik walaupun tidak jauh perbedaannya. Hasil analisis menunjukkan bahwa interaksi antar perlakuan tidak berpengaruh nyata pada tingkat kecerahan warna produk bubuk pewarna hitam. Perlakuan jenis bahan baku pewarna hitam tidak memberikan pengaruh nyata, sedangkan pada perlakuan konsentrasi maltodekstrin memberikan pengaruh nyata terhadap nilai kecerahan pewarna hitam yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan proporsi penambahan konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan semakin banyak maka derajat kecerahan warna juga semakin tinggi. Maltodekstrin memiliki warna yang cenderung putih, sehingga saat dicampurkannya dengan ekstrak daun mengkudu yang berwarna hijau pekat akan memberikan warna yang cerah dengan banyaknya proporsi maltodekstrin yang ditambahkan maka tingkat kecerahan pewarna hitam makanan yang dihasilkan juga semakin meningkat (Yuliyaty dan Susanto, 2014).

4.5 Kadar Air

Hasil analisis menggunakan ANOVA pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha \leq 0,05$) menunjukkan bahwa jenis bahan baku pewarna hitam dan variasi penambahan maltodekstrin yang berbeda berpengaruh secara signifikan terhadap kadar air pewarna hitam yang dihasilkan, sedangkan interaksi antara keduanya berpengaruh tidak signifikan terhadap kadar air pewarna hitam yang dihasilkan. Hasil pengujian kadar air pewarna hitam pada berbagai jenis bahan baku dan konsentrasi maltodekstrin berkisar antara 7,26% - 13,39% (Lampiran 5). Rata-rata kadar air pewarna hitam dengan perbedaan jenis bahan baku dan konsentrasi maltodekstrin berkisar antara 17,69 – 19,10 (Gambar 4.5).



Gambar 4.5 Kadar air pewarna hitam dari berbagai jenis bahan baku dan konsentrasi maltodekstrin

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa rata-rata nilai kadar air tertinggi diperoleh dari pewarna hitam dengan bahan baku klaras pisang dan konsentrasi maltodekstrin 1% dengan nilai 12,58% dan rata-rata kadar air terendah diperoleh dari pewarna hitam dengan bahan baku bambu dengan penambahan maltodekstrin sebanyak 5% dengan nilai 7,74%. Interaksi antara jenis bahan baku dan konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan tidak signifikan terhadap nilai kadar air pewarna hitam yang dihasilkan. Pewarna hitam dari bambu memiliki nilai kadar air yang lebih rendah jika dibandingkan dengan kadar air pewarna hitam dari klaras dan merang padi. Hal ini dikarenakan bambu memiliki kerapatan tinggi daripada klaras pisang dan merang padi. Tingkat kerapatan suatu bahan akan berbanding terbalik dengan kadar airnya. Semakin tinggi kerapatan suatu bahan maka kadar airnya akan berkurang (Basri dan Pari, 2017).

Penambahan maltodekstrin dapat meningkatkan total padatan pada bahan yang akan dikeringkan dan menurunkan kadar air produk. Penurunan kadar air ternyata berbanding terbalik dengan peningkatan maltodekstrin yang ditambahkan. Hal ini dikarenakan maltodekstrin dapat meningkatkan total padatan bahan yang dikeringkan, sehingga jumlah air yang diuapkan semakin sedikit, akibatnya peningkatan maltodekstrin akan menurunkan kadar air. selain

itu, maltodekstrin memiliki berat molekul yang lebih rendah (kurang dari 4000) dan struktur molekul yang sederhana, sehingga dengan mudah air dapat diuapkan ketika proses pengeringan berlangsung (Kania *et al.*, 2015). Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Widyasanti *et al.*, (2019) bahwa kadar air bahan akan semakin rendah seiring dengan semakin tingginya konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan. Tama *et al.*, (2017) juga menyatakan bahwa semakin banyak penambahan maltodekstrin, maka kadar air bahan semakin menurun. Matarani *et al.*, (2019) dalam penelitiannya juga menyatakan bahwa nilai rata-rata kadar air bahan cenderung mengalami penurunan dengan meningkatnya penambahan maltodekstrin.

4.6 Stabilitas Suspensi

4.6.1 Stabilitas Suspensi Pewarna Hitam terhadap Suhu

Hasil analisis statistik stabilitas suspensi terhadap suhu pada produk bubuk pewarna hitam makanan menggunakan ANOVA pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha \leq 0,05$) menunjukkan bahwa jenis bahan baku, konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan, dan interaksi keduanya berpengaruh secara signifikan terhadap stabilitas suspensi produk yang dihasilkan. Hasil pengujian stabilitas suspensi pewarna hitam terhadap suhu pada berbagai jenis bahan baku dan konsentrasi maltodekstrin berkisar antara 0,056 – 2,085 (Lampiran 6). Rata-rata stabilitas suspensi pewarna hitam terhadap suhu dengan perbedaan jenis bahan baku dan konsentrasi maltodekstrin berkisar antara 0,09 – 2,22 (Tabel 4.1).

Tabel 4.1 Nilai absorbansi pewarna hitam dari berbagai jenis bahan baku dan konsentrasi maltodekstrin terhadap pengaruh suhu

Perlakuan	Hasil Absorbansi				
	15 ⁰ C	45 ⁰ C	60 ⁰ C	80 ⁰	90 ⁰ C
A1B1	2.06	1.71	1.47	1.29	1.16
A1B2	1.87	1.61	1.43	1.07	0.96
A1B3	1.82	1.52	1.42	1.04	0.91
A2B1	0.43	0.41	0.31	0.13	0.12
A2B2	0.37	0.32	0.29	0.19	0.12
A2B3	0.32	0.29	0.13	0.09	0.07
A3B1	2.22	1.62	1.43	1.30	1.24

A3B2	2.08	1.43	1.34	1.23	1.12
A3B3	2.05	1.41	1.27	1.05	0.93

Tabel 4.2 Persamaan regresi dan koefisien determinasi stabilitas suspensi pewarna hitam terhadap suhu

Perlakuan	Persamaan regresi	R ²
A1B1	$y = -0.221x + 2.202$	0.962
A1B2	$y = -0.236x + 2.095$	0.980
A1B3	$y = -0.229x + 2.029$	0.971
A2B1	$y = -0,089x + 0.548$	0.911
A2B2	$y = -0.062x + 0.442$	0.959
A2B3	$y = -0.071x + 0.396$	0.907
A3B1	$y = -0.228x + 2.248$	0.835
A3B2	$y = -0.211x + 2.071$	0.798
A3B3	$y = -0.261x + 2.126$	0.883

Tabel 4.2 menunjukkan adanya korelasi negatif antara perlakuan sampel dengan nilai absorbansi. Hasil analisis korelasi antara perlakuan sampel dengan nilai stabilitas suspensi terhadap suhu menunjukkan bahwa terdapat korelasi negatif yaitu semakin tinggi suhu yang digunakan maka nilai absorbansi semakin turun. Pewarna hitam dari bambu (sampel A2) memiliki nilai absorbansi yang rendah bila dibandingkan dengan pewarna hitam dari klaras pisang (sampel A1) dan merang padi (sampel A3). Hal ini menunjukkan bahwa pewarna hitam dari bambu memiliki stabilitas yang rendah.

Maltodekstrin juga berpengaruh terhadap stabilitas produk. Semakin banyak maltodekstrin yang digunakan, maka meningkatkan zat terlarut dan mengurangi endapan. Hasil analisis menunjukkan semakin tinggi konsentrasi maltodekstrin, semakin menurun nilai absorbansinya, yang artinya semakin banyak endapan yang terbentuk. Hal ini berbanding terbalik dengan pernyataan Matarani *et al.*, (2019) yang menyatakan bahwa penambahan maltodekstrin seharusnya meningkatkan padatan terlarut karena semakin banyak partikel yang terikat dengan maltodekstrin, terutama pada suhu tinggi karena maltodekstrin memiliki daya larut yang baik, sehingga mengurangi endapan yang terbentuk.

Laju penurunan nilai absorbansi paling besar terjadi pada sampel A3B3 atau pewarna hitam dari merang padi dengan konsentrasi maltodekstrin 5%. Hal ini ditunjukkan dari nilai koefisien regresi paling besar ditemukan pada perlakuan A3B3, yaitu mencapai -0.261 . Nilai ini berarti bahwa bertambahnya suhu dari 15°C ke 45°C , 45°C ke 60°C dan seterusnya, maka nilai absorbansi akan menurun sebesar 0.261 .

Pewarna hitam dengan bahan baku bambu memiliki nilai absorbansi terendah dengan persamaan regresi terkecil daripada persamaan regresi dari pewarna hitam dari klaras pisang dan merang padi. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 4.2. Kandungan serat pada bahan baku bambu seperti selulosa dan hemiselulosa yang lebih tinggi daripada klaras pisang dan merang padi, sehingga dapat membuat bubuk pewarna hitam dari bambu terbentuk endapan yang lebih banyak dan lebih cepat. Menurut Loiwtu dan Manuhuwa (2008), bambu petung memiliki kandungan holoselulosa (selulosa dan hemiselulosa) sebanyak $73,63\%$ dan lignin $27,37\%$. lebih tinggi jika dibandingkan dengan klaras pisang yang hanya memiliki kandungan selulosa $10,85\%$, lignin $18,21\%$, dan hemiselulosa $19,95\%$ (Suparti dan Marfuah, 2015) dan merang padi yang hanya memiliki kandungan selulosa $37,71\%$, lignin $16,62\%$, dan hemiselulosa $21,99\%$ (Pratiwi *et al.*, 2016). Hal ini sesuai dengan penelitian Kumalasari *et al.*, (2015), bahwa serta bahan yang tinggi berpengaruh terhadap kestabilan suatu produk, sehingga apabila bahan yang mengandung serat yang tinggi ditambahkan dengan konsentrasi yang lebih banyak, maka produk akhir yang dihasilkan kestabilannya rendah. Selain itu, kestabilan suspensi dipengaruhi oleh ukuran partikel. Semakin besar ukuran partikel, semakin luas penampangnya, sehingga mengakibatkan daya tekan ke atas semakin kecil dan dapat mempercepat gerakan partikel untuk mengendap. Pewarna hitam dari bambu memiliki bobot partikel yang besar, sehingga ukuran partikelnya besar. Hal inilah yang mengakibatkan pewarna hitam dari bambu lebih cepat mengendap (Syamuni, 2006). Selain kandungan serat yang tinggi, bobot dan ukuran partikel yang besar, pewarna hitam dari bambu memiliki keporosan yang rendah dibandingkan pewarna hitam dari klaras dan merang padi. Semakin besar keporosan suatu bahan, maka semakin tinggi tingkat kelarutannya dan semakin

kecil ukuran partikelnya, sehingga memperlambat gerakan untuk mengendap (Atmaka dan Amanto, 2010).

4.6.2 Stabilitas Suspensi Pewarna Hitam terhadap pH

Hasil analisis statistik stabilitas suspensi terhadap pH pada produk bubuk pewarna hitam makanan menggunakan ANOVA pada taraf kepercayaan 95% ($\alpha \leq 0,05$) menunjukkan bahwa jenis bahan baku, konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan, dan interaksi keduanya berpengaruh secara signifikan terhadap stabilitas suspensi produk yang dihasilkan. Hasil pengujian stabilitas suspensi pewarna hitam terhadap suhu pada berbagai jenis bahan baku dan konsentrasi maltodekstrin berkisar antara 0,013 – 0,660 (Lampiran 7). Rata-rata stabilitas suspensi pewarna hitam terhadap suhu dengan perbedaan jenis bahan baku dan konsentrasi maltodekstrin berkisar antara 0,02 – 2,67 (Tabel 4.3).

Tabel 4.3 Nilai absorbansi pewarna hitam dari berbagai jenis bahan baku dan konsentrasi maltodekstrin terhadap pengaruh pH

Perlakuan	Nilai Absorbansi			
	pH 3	pH 4	pH 5	pH 6
A1B1	0.64	0.55	0.55	0.45
A1B2	0.60	0.52	0.52	0.44
A1B3	0.55	0.49	0.51	0.41
A2B1	0.32	0.26	0.18	0.10
A2B2	0.30	0.22	0.16	0.02
A2B3	0.28	0.22	0.15	0.02
A3B1	0.67	0.61	0.56	0.55
A3B2	0.64	0.60	0.53	0.54
A3B3	0.58	0.56	0.48	0.50

Tabel 4.4 Persamaan regresi dan koefisien determinasi stabilitas suspensi pewarna hitam terhadap pH

Perlakuan	Persamaan regresi	R ²
A1B1	$y = -0.057x + 0.691$	0.904
A1B2	$y = -0.050x + 0.644$	0.920
A1B3	$y = -0.038x + 0.587$	0.745
A2B1	$y = -0.072x + 0.397$	0.992
A2B2	$y = -0.090x + 0.399$	0.974
A2B3	$y = -0.086x + 0.380$	0.971

A3B1	$y = -0.040x + 0.699$	0.933
A3B2	$y = -0.037x + 0.668$	0.847
A3B3	$y = -0.033x + 0.613$	0.767

Tabel 4.3 menunjukkan adanya korelasi negatif antara perlakuan sampel dengan nilai absorbansi. Hasil analisis korelasi antara perlakuan sampel dengan nilai stabilitas suspensi terhadap pH menunjukkan bahwa terdapat korelasi negatif yaitu semakin tinggi nilai pH yang digunakan maka nilai absorbansi semakin turun. Pewarna hitam dari bambu (sampel A2) memiliki nilai absorbansi yang rendah bila dibandingkan dengan pewarna hitam dari klaras pisang (sampel A1) dan merang padi (sampel A3). Hal ini menunjukkan bahwa pewarna hitam dari bambu memiliki stabilitas yang rendah.

Sarofa *et al.*, (2012) menyatakan bahwa pH memiliki pengaruh terhadap stabilitas suspensi, di mana terjadi penurunan stabilitas terhadap perlakuan pH yang tinggi. Hal ini serupa dengan penelitian Hidayah *et al.*, (2014) bahwa stabilitas produk mengalami penurunan serapan absorbansi yang dihasilkan pada panjang gelombang maksimum. Semakin tinggi nilai pH, semakin tinggi nilai absorbansi, yang artinya semakin banyak endapan yang terbentuk.

Semakin tinggi keasaman (perlakuan pH rendah) pada pewarna hitam, maka kestabilannya akan semakin tinggi pula. Hasil ini sesuai dengan penelitian Mastuti *et al.* (2013), bahwa semakin tinggi nilai pH, cairan ekstrak suatu produk akan menjadi pudar. Pudarnya cairan ekstrak ini disebabkan zat atau bahan yang dilarutkan di dalamnya tidak terkestrak dan terbentuk endapan.

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa pewarna hitam dari bambu memiliki absorbansi yang rendah, yang artinya bubuk pewarna hitam dari bambu tidak larut secara sempurna dan terbentuk endapan yang banyak, sehingga warna filtratnya cerah. Endapan yang terbentuk dipengaruhi oleh komponen pada bahan baku pembuat pewarna hitam, seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin (Gusmailina dan Sumadiwangsa, 1988). Ketiga komponen tersebut merupakan serat tidak larut. Menurut Kumalasari *et al.*, (2015), terbentuknya endapan pada suatu produk dipengaruhi oleh kandungan serat pada bahan, sehingga semakin tinggi komponen kimia pada bahan pembuat pewarna hitam, maka endapan yang terbentuk akan

semakin banyak. Loiwatu dan Manuhuwa (2008), bambu petung memiliki kandungan holoselulosa (selulosa dan hemiselulosa) sebanyak 73,63% dan lignin 27,37%, kandungan serat tersebut lebih tinggi daripada kandungan serat daun pisang kering dan merang padi. Klaras pisang yang hanya memiliki kandungan selulosa 10,85%, lignin 18,21%, dan hemiselulosa 19,95% (Suparti dan Marfuah, 2015) dan merang padi yang hanya memiliki kandungan selulosa 37,71%, lignin 16,62%, dan hemiselulosa 21,99% (Pratiwi *et al.*, 2016).



BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini, yaitu :

1. Jenis bahan baku berpengaruh secara signifikan terhadap rendemen, densitas kamba, sudut curah dan kadar air. Konsentrasi maltodekstrin yang ditambahkan berpengaruh secara signifikan terhadap rendemen, densitas kamba, sudut curah, tingkat kecerahan, dan kadar air. Interaksi keduanya secara signifikan terhadap rendemen. Berdasarkan persamaan regresi dan analisis korelasi antara perlakuan pada sampel dan stabilitas suspensi terhadap suhu dan pH, maka dapat diketahui bahwa terdapat hubungan atau korelasi negatif antara jenis bahan baku, konsentrasi maltodekstrin, dan pengaruh suhu atau pH terhadap stabilitas pewarna hitam yang dihasilkan. Semakin tinggi suhu yang digunakan, maka nilai absorbansi pewarna hitam semakin turun dan semakin tinggi pH, maka nilai absorbansi pewarna hitam juga semakin turun, yang artinya semakin turun nilai absorbansi, semakin tidak stabil suspensi pewarna hitam pada suhu tinggi dan juga pH tinggi.
2. Pewarna hitam *carbon black* dari klaras pisang dengan konsentrasi maltodekstrin 1% memiliki stabilitas yang baik berdasarkan perubahan suhu dan pH dengan rendemen 80,23%; densitas kamba 0,22 g/ml; sudut curah 45,59°; nilai L 18,06; kadar air 12,58%.

5.2 Saran

Perlu alat karbonisasi yang terkontrol suhunya dan perlu dilakukan pengujian terhadap sifat fungsionalnya, seperti daya serap oleh tubuh serta dilanjutkan untuk diaplikasikan pada produk pangan dan diujikan pada panelis.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, A. F., Yuwono, S. S., & Maligan, J. M. 2020. Pengaruh Penambahan Maltodekstrin dan Putih Telur Terhadap Karakteristik Bubuk Kaldu Jamur Tiram. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 7(4), 53-61.
- Achmad, T. H. 2015. Aktivitas Polifenol Teh Hijau (*Camellia sinensis* (L) O. Kuntze) Sebagai Imunomodulator melalui Respons Supresi Immunoglobulin E (IgE) pada Rinitis Alergika. *Majalah Kedokteran Bandung*, 47(3), 160-166.
- Adnan, S. 2018. Kajian Pembuatan *Dark Cookies* dengan Penggunaan Tepung Ubi Talas dan Penambahan Arang Merang Padi Sebagai Pewarna Alami. *Doctoral Dissertation*. University of Muhammadiyah Malang.
- Aisyah, I. 2019. *Multimanfaat Arang Dan Asap Cair Limbah Biomasa*. Deepublish.
- Akbar, O. T., & Aprianis, Y. 2019. Perbandingan Karakteristik Bahan Baku dan Pulp Krasikarpa (*Acacia crassicarpa* A. Cunn) Umur 1 Sampai 4 Tahun. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 37(2), 93-104.
- Andarwulan, N., dan Faradilla, R. H. F. 2012. Pewarna Alami untuk Pangan. Bogor : SEAFAST CENTER, IPB.
- Arsad, E. 2010. Teknologi Pengolahan dan Pemanfaatan Karbon Aktif Untuk Industri. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 2(2), 43-51.
- Aryanti, N., Nafiunisa, A., & Willis, F. M. 2016. Ekstraksi dan Karakterisasi Klorofil dari Daun Suji (*Pleomele angustifolia*) Sebagai Pewarna Pangan Alami. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 5(4), 129-135.
- Association of Official Analytical Chemist (AOAC). 2005. *Official Methods of Analysis*. USA : Association of Official Analytical Chemist inc Mayland.
- Atmaka, W., & Amanto, B. S. 2010. Kajian Karakteristik Fisikokimia Tepung Instan Beberapa Varietas Jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 3(1), 13-20.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM). 2013. *Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 10 Tahun 2013 Tentang Batas Maksimum Penggunaan Bahan Tambahan Pangan Antikempal*. Jakarta.
- Basri E., & Pari R. 2017. Sifat Fisis dan Pengeringan Lima Jenis Bambu. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 35(1), 1-13.

- Betty, S., Dhanna, K., & Srikandi, F. 1997. Produksi Konsentrat dan Bubuk Pigmen Angkak dari *Monascus purpureus* serta Stabilitasnya Selama Penyimpanan. *Bulletin Teknologi dan Industri Pangan*, 8(2), 39-46.
- EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food (ANS). 2012. Scientific Opinion on the re-evaluation of vegetable carbon (E 153) as a food additive. *EFSA Journal*, 10(4), 2592.
- Gozali, D. 2016. Pengaruh Suhu Terhadap Stabilitas Obat Sediaan Suspensi. *Farmaka*, 14(2), 145-150.
- Gusmailina dan Sumadiwangsa, S. 1988. Analisis Kimia Sepuluh Jenis Bambu dari Jawa Timur. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan (Forest Products Research Journal)*, Vol. 5, No. 5, 290-293.
- Hanani, E., Mun'im, A. & Sekarini, R. 2005. Identifikasi Senyawa Antioksidan dalam Spons *Callispongia* sp dari Kepulauan Seribu. *Majalah Ilmu Kefarmasian*, Vol. II, No.3, 127 - 133.
- Handayani, V., Ahmad, A. R., & Sudir, M. 2016. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Bunga dan Daun Patikala (*Etilingera elatior* (Jack) RM Sm) Menggunakan Metode DPPH. *Pharmaceutical Sciences and Research (PSR)*, 1(2), 86-93.
- Hardjanti, S. 2008. Potensi Daun Katuk Sebagai Sumber Zat Pewarna Alami dan Stabilitasnya Selama Pengeringan Bubuk dengan Menggunakan Binder Maltodekstrin. *Jurnal Penelitian Saintek*, 13(1), 1-18.
- Hastuti, N., Pari, G., Setiawan, D., Mahpudin, M., & Saepuloh, S. 2015. Kualitas Arang 6 Jenis Kayu Asal Jawa Barat Sebagai Produk Destilasi Kering. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 33(4), 337-346.
- Hidayah, T. 2013. Uji Stabilitas Pigmen dan Antioksidan Hasil Ekstraksi Zat Warna Alami dari Kulit Buah Naga (*Hylocereus undatus*). *Skripsi. Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Semarang. Jurnal GAMMA*, 6(1), 25-34.
- Hidayah, T., Pratjojo, W., & Widiarti, N. 2014. Uji Stabilitas Pigmen dan Antioksidan Ekstrak Zat Warna Alami Kulit Buah Naga. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 3(2).
- Husniati, H. 2009. Studi Karakterisasi Sifat Fungsi Maltodekstrin Dari Pati Singkong. *Indonesian Journal of Industrial Research*, 3(2), 73615.
- Ilham, F., Sayuti, M., & Nugroho, T. A. E. 2018. Peningkatan Kualitas Jerami Padi Sebagai Pakan Sapi Potong Melalui Amoniasi Menggunakan Urea Di Desa Timbuolo Tengah Provinsi Gorontalo. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 24(2), 717-722.

- Indriyani, F., & Suyanto, A. 2014. Karakteristik Fisik, Kimia dan Sifat Organoleptik Tepung Beras Merah Berdasarkan Variasi Lama Pengeringan. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 4(2), 27-34.
- Inggrid, H. M., & Santoso, H. 2014. Ekstraksi Antioksidan dan Senyawa Aktif dari Buah Kiwi (*Actinidia deliciosa*). *Research Report-Engineering Science*, 2.
- Iskandar, T. 2013. Identifikasi Nilai Kalor Biochar dari Tongkol Jagung dan Sekam Padi pada Proses Pirolisis. *Jurnal Teknik Kimia*, 7(1), 32-35.
- Kania, W., Andriani M.A.M., & Siswanti. 2015. Pengaruh Variasi Rasio Bahan Pengikat terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Granul Minuman Fungsional Instan Kecambah Kacang Komak (*Lablab purpureus* (L) *sweet*). *Jurnal Teknosains Pangan*, 4(1), 16-29.
- Kassem, M. A., & El-Sayed, G. O. 2014. Adsorption of Tartrazine on Medical Activated Charcoal Tablets Under Controlled Conditions. *J Environ Anal Chem*, 1(102), 2-7.
- Kumalasari, R., Ekafitri, R., & Desnilasari, D. 2016. Pengaruh Bahan Penstabil dan Perbandingan Bubur Buah Terhadap Mutu Sari Buah Campuran Pepaya-Nanas. *J. Hort.* 25(3), 266-276.
- Lempang, M. 2016. Pengawetan Bambu Untuk Barang Kerajinan dan Mebel dengan Metode Tangki Terbuka. *Info Teknis EBONI*, 13(2), 79-92.
- Loiwatu, M., & Manuhuwa, E. 2008. Komponen kimia dan anatomi tiga jenis bambu dari Seram, Maluku. *Agritech*, 28(2).
- Mastuti, E., Fristianingrum, G., Andika, Y. 2013. Ekstraksi Dan Uji Kestabilan Warna Pigmen Antosianin Dari Bunga Telang (*Clitoria ternatea* L.) sebagai Bahan Pewarna Makanan. *Simposium Nasional RAPI XII - 2013 FT UMS*, hlm. 44-51.
- Mastuti, T. S., & Handayani, R. 2014. Senyawa Kimia Penyusun Ekstrak Ethyl Asetat dari Daun Pisang Batu dan Ambon Hasil Distilasi Air. *Prosiding SNST Fakultas Teknik*, 1(1), 60-64.
- Matarani, F., Mursalin, M., & Gusriani, I. 2019. Pengaruh Penambahan Konsentrasi Maltodekstrin Terhadap Mutu Kopi Instan dari Bubuk Kopi Robusta (*Coffea anephora*) dengan Menggunakan *Vacuum Dryer*. *Prosiding SEMIRATA BKS-PTN Wilayah Barat Bidang Ilmu Pertanian*, 1(1), 922-941.
- Maulinda, L., Nasrul, Z. A., & Sari, D. N. 2017. Pemanfaatan Kulit Singkong sebagai Bahan Baku Karbon Aktif. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 4(2), 11-19.

- Minantyo, H., Winarno, P. S., & Hariohoedjo, A. 2016. Penggunaan Abu Merang (*Oryza sativa*) Sebagai Pewarna Alami dalam Pembuatan Kreasi Bakso Ikan Ditinjau dari Uji Organoleptik dan Kandungan Gizi. *Journal of Domestic Science Indonesia*, 1(1), 46-51.
- Miranda-Bermudez, E., Belai, N., Harp, B. P., Yakes, B. J., & Barrows, J. N. 2012. Qualitative determination of carbon black in food products. *Food Additives & Contaminants: Part A*, 29(1), 38-42.
- Miranti, M. dan Herlina E. 2016. *Pengaruh Penambahan Anti Kempal Magnesium Karbonat (MgCO₃) Terhadap Stabilitas Nutrasetikal Granul Instan Terong Belanda (Cyphomandra betacea Sendtn.)*. Bogor: Universitas Pakuan.
- Mirsa, R. A. 2013. Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang sebagai Karbon Aktif. *Doctoral dissertation*. Universitas Pembangunan Nasional" Veteran" Jawa Timur.
- Moulana, R., Juanda, J., Rohaya, S., & Rosika, R. 2012. Efektivitas Penggunaan Jenis Pelarut dan Asam dalam Proses Ekstraksi Pigmen Antosianin Kelopak Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L). *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*, 4(3), 20-25.
- Natasha, N. C., Irawan, J., Sulistiyono, E., Yunita, F. E., & Rhamdani, A. R. 2019. Uji Karakteristik Magnesium Karbonat Sintetis Dari Mineral Dolomit. *Prosiding Semnastek*.
- Nurdiansah, H., & Susanti, D. 2013. Pengaruh Variasi Temperatur Karbonisasi dan Temperatur Aktivasi Fisika dari Elektroda Karbon Aktif Tempurung Kelapa dan Tempurung Kluwak Terhadap Nilai Kapasitansi *Electric Double Layer Capacitor* (EDLC). *Jurnal Teknik ITS*, 2(1), F13-F18.
- Okawa MJ. Kinjo T. Nohara MOno. 2001. DPPH (1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazyl) Radical Scavenging Activity of Flavonoids Obtained from Some Medicinal Plants. *Biol. Pharm. Bull.* 24 (10): 1202-1205.
- Pawestri, S., Prangdimurti, E. P., & Wulandari, N. 2020. Karakteristik Fisikokimia Bubuk *Spray Dried* Sari Buah *Citrus maxima* Kultivar Nambangan. *Jurnal Teknologi Pangan*, 14(2).
- Peraturan Menteri Kesehatan. 2012. *Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 033 Tahun 2012 Tentang Bahan Tambah Pangan : Jenis BTP yang Diizinkan dalam Penggolongan*. Jakarta: Kementrian Kesehatan Republik Indonesia.
- Praja, D. I. 2015. *Zat Aditif Makanan: Manfaat dan Bahayanya*. Penerbit Garudhawaca.

- Pratiwi, R., Rahayu, D., & Barliana, M. I. 2016. Pemanfaatan Selulosa dari Limbah Jerami Padi (*Oryza sativa*) sebagai Bahan Bioplastik. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 3(3), 83-91.
- Priastuti, R. C., & Suhandy, D. 2017. Pengaruh Arah dan Ketebalan Irisan Kunyit terhadap Sifat Fisik Tepung Kunyit yang Dihasilkan. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 5(2), 101-108.
- Rahayu, R. 2015. Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang dan Serbuk Kayu Menjadi Ekobriket sebagai Energi Alternatif. *Doctoral dissertation*. ITN MALANG.
- Rahmadhia, S., Santoso, U., & Supriyadi, S. 2019. Ekstrak Daun Pisang Klutuk (*Musa balbisiana* Colla) Sebagai Bahan Tambahan pada Pembuatan Kemasan Aktif Berbasis *Methyl Cellulose*. *Jurnal Teknik Kimia*, 6(1), 7-14.
- Ramadhia, M., Kumalaningsih, S., & Santoso, I. 2012. Pembuatan Tepung Lidah Buaya (*Aloe vera* L.) dengan Metode *Foam-Mat Drying*. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 13(2), 125-137.
- Ramdja, A. F., Halim, M., & Handi, J. 2008. Pembuatan Karbon Aktif dari Pelepeh Kelapa (*Cocus nucifera*). *Jurnal Teknik Kimia*, 15(2), 1-8.
- Ridhuan, K., Irawan, D., & Inthifawzi, R. 2019. Proses Pembakaran Pirolisis dengan Jenis Biomassa dan Karakteristik Asap Cair yang Dihasilkan. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 8(1).
- Ridhuan, K., & Suranto, J. 2017. Perbandingan pembakaran pirolisis dan karbonisasi pada biomassa kulit durian terhadap nilai kalori. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 5(1).
- Rieuwpassa, F. J., Santoso, J., & Trilaksani, W. 2013. Karakterisasi Sifat Fungsional Kosentrat Protein Telur Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 5(2), 299-309.
- Rini, D. S. 2018. Sifat Fisika Bambu Petung (*Dendrocalamus asper* (Schult. f.) *Backer ex Heyne*) dari KHDTK (Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus) Senaru Berdasarkan Posisi Aksial. *Jurnal Belantara*, 1(2), 101-106.
- Rundubelo, B. A., Ridhay, A., Hardi, J., & Pusptasari, D. J. 2019. Uji Stabilitas Pigmen Ekstrak Ubi Banggai (*Dioscorea bulbifera* var *celebica burkill*) pada berbagai Variasi pH dan Lama Paparan Sinar Matahari. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 5(1), 9-16.

- Sagrin, M. S., & Chong, G. H. 2013. Effects Of Drying Temperature on The Chemical and Physical Properties of *Musa acuminata* Colla (AAA Group) Leaves. *Industrial Crops and Products*, 45, 430-434.
- Sansone, F., Mencherini, T., Picerno, P., d'Amore, M., Aquino, R. P., & Lauro, M. R. 2011. Maltodextrin/Pectin Microparticles by Spray Drying as Carrier for Nutraceutical Extracts. *Journal of Food Engineering*, 105(3), 468-476.
- Santoso, I. A. 2011. Serat Pangan (*Dietary Fiber*) dan Manfaatnya Bagi Kesehatan. *Magistra*, 23(75), 35.
- Saputra, E. 2016. Pengaruh Penambahan Bubuk Arang Bambu pada Pembuatan Kerupuk terhadap Daya Terima Konsumen. *Doctoral Dissertation*. Universitas Negeri Jakarta.
- Saucier, C. T., & Waterhouse, A. L. 1999. Synergetic Activity of Catechin and Other Antioxidants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47(11), 4491-4494.
- Setiarso, P., dan Wachid, R. 2017. Pembuatan Elektroda Pasta Karbon Termodifikasi Bentonit Untuk Analisis Logam Tembaga (II) Secara *Cyclic Voltammetry Stripping*. *Indonesian Chemistry and Application Journal*, 1(1), 18-28.
- Sibuea, F. S. Y. 2015. Ekstraksi Tanin dari Kluwak (*Pangium edule* R.) Menggunakan Pelarut Etanol dan Aquades dan Aplikasinya Sebagai Pewarna Makanan. *Doctoral dissertation*. Universitas Negeri Semarang.
- Silitonga, F. 2011. Perilaku Balok Komposit Bambu Betung–Beton dengan Bambu Diisi di dalam Balok Beton. *Skripsi*. Medan (ID): Universitas Sumatera Utara.
- Sipayung, M. Y., Suparmi, S., & Dahlia, D. 2015. *Pengaruh Suhu Pengukusan Terhadap Sifat Fisika Kimia Tepung Ikan Rucah* (Doctoral dissertation, Riau University).
- Srihari, E., FSri Lingganingrum, F., Hervita, R., & Wijaya, S. 2010. Pengaruh Penambahan Maltodekstrin pada Pembuatan Santan Kelapa Bubuk. *Seminar Rekayasa Kimia dan Proses*. Universitas Surabaya.
- Suheryanto, D. 2012. Penelitian Pembuatan Arang Bambu (*Bamboo Charcoal*) pada Suhu Rendah untuk Produk Kerajinan. *Dinamika Kerajinan dan Batik*, 32(2), 33-48.
- Suparti, S., & Marfuah, L. 2015. Produktivitas Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) pada Media Limbah Sekam Padi dan Daun Pisang Kering

sebagai Media Alternatif. *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi*, 1(2), 37-44.

Suprayono, S. 1994. *Padi*. Jakarta : Penebar Swadaya.

Syamsuni, 2006, *Farmasetika Dasar dan Hitungan Farmasi*. Jakarta : Penerbit Buku Kedokteran EGC, 29 – 31.

Tama, J. B., Kumalaningsih, S., & Mulyadi, A. F. 2014. Studi Pembuatan Bubuk Pewarna Alami dari Daun Suji (*Pleomele angustifolia* NE Br.). Kajian Konsentrasi Maltodekstrin dan MgCO₃. *Industria: Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*, 3(2), 73-82.

Tamamy, M. M., El Husna, N., & Safriani, N. 2018. Nilai pH dan Intensitas Warna Antosianin Buah Jamblang (*Syzygium cumini*) yang Diekstrak dengan Metode Ultrasonik. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 3(4), 830-834.

Wahyuni, R., Syofyan, S., & Yunalti, S. 2017. Formulasi dan Evaluasi Stabilitas Fisik Suspensi Ibuprofen Menggunakan Kombinasi Polimer Serbuk Gom Arab Dan Natrium Karboksimetilselulosa. *Jurnal Farmasi Higea*, 9(1), 56-67.

Widnyana, K. 2007. Bambu dengan Berbagai Manfaatnya. *Bumi Lestari Journal of Environment*, 8(1).

Widyasanti, A., Septianti, N. A., & Nurjanah, S. 2019. Pengaruh Penambahan Maltodekstrin Terhadap Karakteristik Fisikokimia Bubuk Tomat Hasil Pengeringan Pembusaan (*Foam Mat Drying*). *Agrin*, 22(1), 22-38.

Widodo, I. F., G. Priyanto, dan Hermanto. 2015. Karakteristik Bubuk Daun Jeruk Purut (*Cytrus hystrix* DC) dengan Metode Foam Mat Drying. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal*, Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.

Wijayanti, I., Santoso, J., & Jacob, A. M. 2015. Karakteristik Tekstur dan Daya Ikat Air Gel Surimi Ikan Lele dengan Penambahan Asam Tanat dan Ekstrak Fenol Teh Teroksidasi. *SAINTEK PERIKANAN: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 10(2), 84-90.

Wiyadhie, B. V. 2016. Perbandingan Penggunaan Pewarna Sintetis dan Pewarna Alami pada Pembuatan Rainbow Tapai Ketan terhadap Daya Terima Konsumen. *Doctoral dissertation*. UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA.

Wulandari, F. T. 2019. Karakteristik dan Sifat Fisik Bambu Petung (*Dendrocalamus asper*. Backer) di Kawasan Hutan Kemasyarakatan (HKM) Desa Aik Bual, Provinsi Nusa Tenggara Barat. *Buletin Loupe*, 15(01), 300800.

Yulianti, N. L., & Setiyo, Y. 2020. Karakteristik Pengeringan dan Sifat Fisik Bubuk Jahe Merah Kering (*Zingiber officinale* Var. *rubrum*) dengan Variasi Ketebalan Irisan dan Suhu Pengeringan. *Jurnal BETA (Biosistem dan Teknik Pertanian)*, 9(2)

Zhenchao, Jia. 2015. *Safety Assessment Of Dietary Bamboo Charcoal Powder*. Vol. 35. China: Huazhong University of Science and Technology.



LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Rendemen Pewarna Hitam Makanan

Lampiran 1.1 Hasil Perhitungan Rendemen Pewarna Hitam Makanan dengan Berbagai Jenis Bahan Baku dan Konsentrasi Maltodekstrin yang Berbeda

RENDEMEN	(Berat akhir bubuk/berat akhir)100%	
A2B1	0.746998285	74.70%
	0.760720412	76.07%
	0.735849057	73.58%
A2B2	0.770105263	77.01%
	0.775157895	77.52%
	0.778526316	77.85%
A2B3	0.773178808	77.32%
	0.774834437	77.48%
	0.789735099	78.97%
A1B1	0.803602058	80.36%
	0.802315609	80.23%
	0.80102916	80.10%
A1B2	0.801684211	80.17%
	0.804631579	80.46%
	0.803368421	80.34%
A1B3	0.799254967	79.93%
	0.807533113	80.75%
	0.806291391	80.63%
A3B1	0.744425386	74.44%
	0.725986278	72.60%

	0.75	75.00%
A3B2	0.785263158	78.53%
	0.779789474	77.98%
	0.775157895	77.52%
A3B3	0.842715232	84.27%
	0.779387417	77.94%
	0.788907285	78.89%

Sampel	U1	U2	U3	Rata-rata	Standar Deviasi
A1B1	80.36	80.23	80.10	80.23	0.13
A1B2	80.17	80.46	80.43	80.35	0.16
A1B3	79.93	80.75	80.63	80.44	0.44
A2B1	74.70	76.07	73.58	74.78	1.25
A2B2	77.01	77.52	77.52	77.35	0.29
A2B3	77.32	77.48	78.97	77.92	0.91
A3B1	74.44	72.60	75.00	74.01	1.26
A3B2	78.53	77.98	78.89	78.47	0.46
A3B3	84.27	77.94	78.89	80.37	3.41

Lampiran 1.2 Hasil Analisis of Variance Rendemen Pewarna Hitam Makanan dengan SPSS 22.0

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.014 ^a	8	.002	9.975	0.00
Intercept	16.499	1	16.499	91118.466	0.00
A	.007	2	.003	18.040	0.00
B	.005	2	.002	13.654	0.00
A * B	.003	4	.001	4.103	0.02
Error	.003	18	.000		
Total	16.517	27			
Corrected Total	.018	26			

ANOVA

Rendemen

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.014	8	.002	9.975	.000
Within Groups	.003	18	.000		
Total	.018	26			

Lampiran 1.3 Hasil Uji DMNRT Rendemen Pewarna Hitam Makanan dengan SPSS 22.0

interaksi	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
A3B1	3	74.01%		
A2B1	3	74.79%		
A2B2	3		77.46%	
A2B3	3		77.92%	77.92%
A3B2	3		78.01%	78.01%
A1B1	3			80.23%
A1B2	3			80.32%
A3B3	3			80.37%
A1B3	3			80.44%
Sig.		.491	.644	.056

Lampiran 2 Data Densitas Kamba Pewarna Hitam Makanan

Lampiran 2.1 Hasil Perhitungan Densitas Kamba Pewarna Hitam Makanan

Berat akhir setelah dioven					Densitas Kamba				Nilai Densitas Kamba (g/ml)			Rata-rata	Standar Deviasi
									U1	U2	U3		
A2B1	17.42	17.74	17.16	gram	49	51	47	ml	0.36	0.35	0.37	0.36	0.009
A2B2	18.29	18.41	18.49	gram	52	54	54	ml	0.35	0.34	0.34	0.35	0.006
A2B3	18.68	18.72	19.08	gram	56	58	61	ml	0.33	0.32	0.31	0.32	0.010
A1B1	18.74	18.71	18.68	gram	84	84	83	ml	0.22	0.22	0.23	0.22	0.001
A1B2	19.04	19.11	19.08	gram	92	94	92	ml	0.21	0.20	0.21	0.21	0.002
A1B3	19.31	19.51	19.48	gram	95	98	97	ml	0.20	0.20	0.20	0.20	0.002
A3B1	17.36	16.93	17.49	gram	65	69	63	ml	0.27	0.25	0.28	0.26	0.016
A3B2	18.65	18.52	18.41	gram	78	74	73	ml	0.24	0.25	0.25	0.25	0.007
A3B3	20.36	18.83	19.06	gram	87	84	83	ml	0.23	0.22	0.23	0.23	0.005



Lampiran 2.2 Hasil Analisis of Variance Densitas Kamba Pewarna Hitam Makanan dengan SPSS 22.0

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.087 ^a	8	.011	170.563	0.00
Intercept	1.911	1	1.911	30017.222	0.00
A	.083	2	.041	648.525	0.00
B	.004	2	.002	31.636	0.00
A * B	.000	4	6.651E-05	1.045	0.41
Error	.001	18	6.368E-05		
Total	1.999	27			
Corrected Total	.088	26			

Lampiran 2.3 Hasil Uji DMNRT Densitas Kamba Pewarna Hitam Makanan dengan SPSS 22.0

Jenis Bahan Baku

Duncan^{a,b}

A	N	Subset		
		1	2	3
Daun Pisang Kering	9	.2102		
Merang Padi	9		.2466	
Bambu	9			.3414
Sig.		1.000	1.000	1.000

Konsentrasi Maltodekstrin

Duncan^{a,b}

B	N	Subset		
		1	2	3
Maltodeskrin 5%	9	.2511		
Maltodekstrin 3%	9		.2660	
Maldotekstrin 1%	9			.2810
Sig.		1.000	1.000	1.000

Densitas_kamba

Duncan^a

interaksi	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
A1B3	3	.2011					
A1B2	3	.2059					
A1B1	3		.2236				
A3B3	3		.2293				
A3B2	3			.2472			
A3B1	3				.2634		
A2B3	3					.3230	
A2B2	3						.3450
A2B1	3						.3562
Sig.		.468	.398	1.000	1.000	1.000	.105

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.

Lampiran 3 Data Sudut Curah Pewarna Hitam Makanan

Lampiran 3.1 Hasil Perhitungan Sudut Curah Pewarna Hitam Makanan

Bahan	Sudut Curah		r (cm)	Nilai sudut curah	Derajat sudut curah (°)
	diameter (cm)	tinggi (cm)			
A1B1	12.9	4.2	6.45	0.762	43.66
	12.9	4.3	6.45	0.787	45.08
	12.9	4.5	6.45	0.838	48.03
A1B2	13.2	4.7	6.6	0.863	49.46
	13.5	5	6.75	0.914	52.39
	13.4	4.9	6.7	0.897	51.41
A1B3	14.1	5.1	7.05	0.883	50.60
	13.2	5.8	6.6	1.207	69.14
	13.9	5.9	6.95	1.136	65.08
A2B1	14.6	3.6	7.3	0.537	30.79
	14.8	3	7.4	0.429	24.59
	14.4	3.3	7.2	0.493	28.27
A2B2	14.7	3.6	7.35	0.533	30.55
	14.6	3.6	7.3	0.537	30.79
	14.1	3.2	7.05	0.488	27.95
A2B3	13.6	4.2	6.8	0.71	40.70
	13.8	4.4	6.9	0.741	42.45
	14.8	3.8	7.4	0.564	32.31
A3B1	14.9	3.8	7.45	0.559	32.05
	15.1	3.7	7.55	0.533	30.57
	14.5	4.2	7.25	0.654	37.48

A3B2	12.9	4.7	6.45	0.893	51.14
	14.1	3.7	7.05	0.579	33.17
	15.2	2.5	7.6	0.341	19.56
A3B3	12.2	5.5	6.1	1.264	72.45
	13.6	4.5	6.8	0.779	44.63
	13.5	4.4	6.75	0.763	43.72

Sampel	U1	U2	U3	Rata-rata	SD
A1B1	43.66	45.08	48.03	45.59	2.23
A1B2	49.46	52.39	51.41	51.09	1.49
A1B3	50.60	69.14	65.08	61.61	9.75
A2B1	30.79	24.59	28.27	27.88	3.12
A2B2	30.55	30.79	27.95	29.76	1.57
A2B3	40.70	42.45	32.31	38.49	5.42
A3B1	32.05	30.57	37.48	33.37	3.64
A3B2	51.14	33.17	19.56	34.62	15.84
A3B3	72.45	44.63	43.72	53.60	16.33

Lampiran 3.2 Hasil Analisis of Variance Sudut Curah Pewarna Hitam Makanan dengan SPSS 22.0

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent

Variable: Sudut_curah

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3312.915 ^a	8	414.114	5.525	0.00
Intercept	47127.004	1	47127.004	628.732	0.00
A	1952.355	2	976.178	13.023	0.00
B	1243.513	2	621.756	8.295	0.00
A * B	117.047	4	29.262	.390	0.81
Error	1349.202	18	74.956		
Total	51789.121	27			
Corrected Total	4662.117	26			

Lampiran 3.3 Hasil Uji DMNRT Sudut Curah Pewarna Hitam Makanan dengan SPSS 22.0

Sudut_curah

Duncan^{a,b}

A	N	Subset	
		1	2
Bambu	9	32.0444	
Merang Padi	9	40.5300	
Daun Pisang Kering	9		52.7611
Sig.		.052	1.000

Sudut_curah

Duncan^{a,b}

B	N	Subset	
		1	2
Maldotekstrin 1%	9	35.6133	
Maltodekstrin 3%	9	38.4911	
Maltodesktrin 5%	9		51.2311
Sig.		.490	1.000

Sudut_curah

Duncan^a

interaksi	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
A2B1	3	27.88			
A2B2	3	29.76	29.76		
A3B1	3	33.37	33.37		
A3B2	3	34.62	34.62		
A2B3	3	38.49	38.49	38.49	
A1B1	3		45.59	45.59	45.59
A1B2	3			51.09	51.09
A3B3	3			53.60	53.60
A1B3	3				61.61
Sig.		.193	.057	.064	.050

Lampiran 4 Data Tingkat Kecerahan Pewarna Hitam Makanan

Lampiran 4.1 Hasil Perhitungan **Tingkat Kecerahan** Pewarna Hitam Makanan

Sampel	L sampel								
	U1			U2			U3		
	U1.1	U1.2	U1.3	U2.1	U2.2	U2.3	U3.1	U3.2	U3.3
A1B1	12.7	12.5	12.3	12.3	12.3	12.2	12.2	12.2	12.6
A1B2	12.2	13	12.5	12.5	12.1	12.3	12.8	12.6	12.2
A1B3	13.2	13	12.5	12.6	13	13.1	12.9	12.8	12.7
A2B1	12.3	12.3	12.3	12	12.2	11.9	12	12.2	11.8
A2B2	12.9	12.5	12.7	12.3	12.9	12.6	12.6	12.9	12.8
A2B3	12.8	13	13.1	12.7	12.5	12.8	12.6	13	12.8
A3B1	12.2	12.3	12.2	12.3	12.3	12.2	12.3	12.5	12.4
A3B2	13	12.4	12.4	12.4	12.5	12.7	12.5	12.5	12.7
A3B3	13.3	13.2	13	12.8	12.8	13.9	13	12.7	13

Sampel	U1			Nilai L U1	U2			Nilai L U2	U3			Nilai L U3
	U1.1	U1.2	U1.3		U2.1	U2.2	U2.3		U3.1	U3.2	U3.3	
A1B1	18.5487	18.2566	17.9645	18.2566	17.9645	17.9645	17.8184	17.9158	17.8184	17.8184	18.4026	18.0132
A1B2	17.8184	18.9868	18.2566	18.3539	18.2566	17.6724	17.9645	17.9645	18.6947	18.4026	17.8184	18.3053
A1B3	19.2789	18.9868	18.2566	18.8408	18.4026	18.9868	19.1329	18.8408	18.8408	18.6947	18.5487	18.6947
A2B1	17.9645	17.9645	17.9645	17.9645	17.5263	17.8184	17.3803	17.5750	17.5263	17.8184	17.2342	17.5263
A2B2	18.8408	18.2566	18.5487	18.5487	17.9645	18.8408	18.4026	18.4026	18.4026	18.8408	18.6947	18.6461
A2B3	18.6947	18.9868	19.1329	18.9382	18.5487	18.2566	18.6947	18.5000	18.4026	18.9868	18.6947	18.6947
A3B1	17.8184	17.9645	17.8184	17.8671	17.9645	17.9645	17.8184	17.9158	17.9645	18.2566	18.1105	18.1105
A3B2	18.9868	18.1105	18.1105	18.4026	18.1105	18.2566	18.5487	18.3053	18.2566	18.2566	18.5487	18.3539
A3B3	19.4250	19.2789	18.9868	19.2303	18.6947	18.6947	20.3013	19.2303	18.9868	18.5487	18.9868	18.8408



Lampiran 4.2 Hasil Analysis of Variance **Tingkat Kecerahan** Pewarna Hitam Makanan dengan SPSS 22.0

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Tingkat_kecerahan

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4.812 ^a	8	.601	19.802	0.00
Intercept	9120.457	1	9120.457	300279.211	0.00
A	.127	2	.064	2.092	0.15
B	4.175	2	2.087	68.724	0.00
A * B	.510	4	.127	4.195	0.01
Error	.547	18	.030		
Total	9125.815	27			
Corrected Total	5.358	26			

a. R Squared = .898 (Adjusted R Squared = .853)

ANOVA

Tingkat_kecerahan

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4.812	8	.601	19.802	.000
Within Groups	.547	18	.030		
Total	5.358	26			

Lampiran 4.3 Hasil Uji DMNRT Tingkat Kecerahan Pewarna Hitam Makanan dengan SPSS 22.0

Tingkat_kecerahan

Duncan^a

interaksi	N	Subset for alpha = 0.05					
		1	2	3	4	5	6
A2B1	3	17.6886					
A3B1	3	17.9645	17.9645				
A1B1	3		18.0618	18.0618			
A1B2	3		18.2079	18.2079			
A3B2	3			18.3539	18.3539		
A2B2	3				18.5325	18.5325	

A2B3	3					18.7110	
A1B3	3					18.7921	
A3B3	3						19.1004
Sig.		.068	.122	.066	.226	.100	1.000



Lampiran 5 Data Kadar Air Pewarna Hitam Makanan

Lampiran 5.1 Hasil Perhitungan Kadar Air Pewarna Hitam Makanan

Bahan	Kadar air (Ulangan 1)					Nilai kadar air	
	Berat sampel	Berat botol timbang sebelum dioven	Berat botol timbang setelah dioven	Berat botol timbang + sampel sebelum dioven	Berat botol timbang + sampel setelah dioven (konstan)		
			(a)	(b)	C		
A1B1	2.0011	12.5829	12.5822	14.5833	14.3365	0.123332167	12.33%
A1B2	2.0011	12.6495	12.6489	14.6500	14.4205	0.114686922	11.47%
A1B3	2.0012	12.5634	12.5633	14.5645	14.3518	0.106286228	10.63%
A2B1	2.0012	11.835	11.8342	13.8353	13.6423	0.096446954	9.64%
A2B2	2.0011	11.489	11.4876	13.4889	13.2978	0.095487933	9.55%
A2B3	2.0013	11.8442	11.8310	13.8322	13.6706	0.080751549	8.08%
A3B1	2.0012	11.7247	11.7239	13.7251	13.4587	0.133120128	13.31%
A3B2	2.0011	11.6945	11.6945	13.6956	13.4698	0.112837939	11.28%
A3B3	2.0011	11.6703	11.6696	13.6707	13.4576	0.10649143	10.65%

Bahan	Kadar air (Ulangan 2)					Nilai kadar air	
	Berat sampel	Berat botol timbang sebelum dioven	Berat botol timbang setelah dioven	Berat botol timbang + sampel sebelum dioven	Berat botol timbang + sampel setelah dioven (konstan)		
			(a)	(b)	C		

A1B1	2.0023	10.1212	10.1198	12.1209	11.8529	0.133926341	13.39%
A1B2	2.0016	10.4148	10.4133	12.4149	12.2029	0.105915268	10.59%
A1B3	2.0011	10.3188	10.3176	12.3199	12.1096	0.105029216	10.50%
A2B1	2.0185	11.7200	11.6701	13.6741	13.5055	0.084131737	8.41%
A2B2	2.0246	12.6352	12.5741	14.5926	14.4365	0.077334654	7.73%
A2B3	2.0040	11.5403	11.4879	13.5125	13.3656	0.072557542	7.26%
A3B1	2.0018	11.7643	11.7238	13.7248	13.4797	0.122488756	12.25%
A3B2	2.0257	11.7729	11.6942	13.6960	13.5001	0.097861924	9.79%
A3B3	2.0010	12.7296	12.6494	14.6751	14.4832	0.094732685	9.47%

Bahan	Kadar air (Ulangan 2)					Nilai kadar air	
	Berat sampel	Berat botol timbang sebelum dioven	Berat botol timbang setelah dioven	Berat botol timbang + sampel sebelum dioven	Berat botol timbang + sampel setelah dioven (konstan)		
			(a)	(b)	C		
A1B1	2.0017	11.3442	11.3416	13.3427	13.1024	0.120083954	12.01%
A1B2	2.0014	11.4511	11.4499	13.4516	13.2231	0.11415297	11.42%
A1B3	2.0011	11.5317	11.5311	13.5325	13.3117	0.110322774	11.03%
A2B1	2.0098	11.5830	11.5789	13.5815	13.4017	0.089783282	8.98%
A2B2	2.0128	11.6622	11.6611	13.6739	13.5040	0.084409777	8.44%
A2B3	2.0026	12.2112	12.2026	14.2124	14.0536	0.079012837	7.90%
A3B1	2.0014	11.7247	11.7239	13.7250	13.4692	0.127829694	12.78%
A3B2	2.0232	11.6948	11.6944	13.6958	13.485	0.105326272	10.53%
A3B3	2.0011	11.6701	11.6595	13.6827	13.4704	0.10493278	10.49%

Sampel	Nilai Kadar Air			Rata-rata	Standar Deviasi
	U1	U2	U3		
A1B1	12.33%	13.39%	12.01%	12.58%	0.007
A1B2	11.47%	10.59%	11.42%	11.16%	0.005
A1B3	10.63%	10.50%	11.03%	10.72%	0.003
A2B1	9.64%	8.41%	8.98%	9.01%	0.006
A2B2	9.55%	7.73%	8.44%	8.57%	0.009
A2B3	8.08%	7.26%	7.90%	7.74%	0.004
A3B1	13.31%	12.25%	12.78%	12.78%	0.005
A3B2	11.28%	9.79%	10.53%	10.53%	0.007
A3B3	10.65%	9.47%	10.49%	10.21%	0.006

Lampiran 5.2 Hasil Analisis of Variance Kadar Air Pewarna Hitam Makanan dengan SPSS 22.0

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.006 ^a	8	.001	10.189	0.00
Intercept	.290	1	.290	3733.464	0.00
A	.005	2	.003	32.432	0.00
B	.001	2	.001	6.563	0.01
A * B	.000	4	6.837E-05	.879	0.50
Error	.001	18	7.773E-05		
Total	.298	27			
Corrected Total	.008	26			

Lampiran 5.3 Hasil Uji DMNRT Kadar Air Pewarna Hitam Makanan dengan SPSS 22.0

Jenis Bahan Baku

Duncan^{a,b}

A	N	Subset	
		1	2
Bambu	9	.0844	
Merang Padi	9		.1117
Daun Pisang Kering	9		.1149
Sig.		1.000	.462

Konsentrasi Maltodekstrin

Duncan^{a,b}

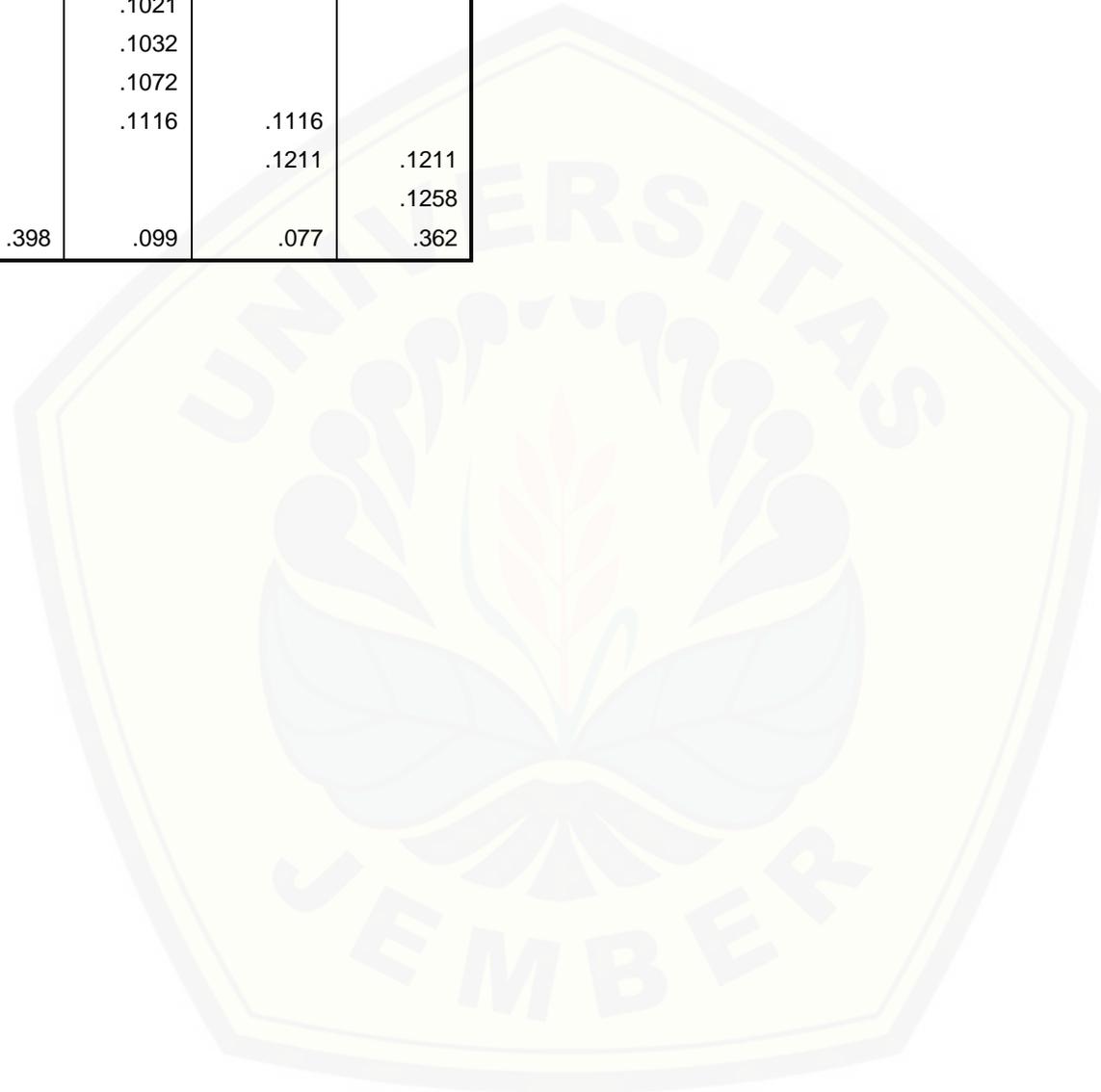
B	N	Subset	
		1	2
Maltodesktrin 5%	9	.0985	
Maltodekstrin 3%	9	.1002	
Maldotekstrin 1%	9		.1123
Sig.		.695	1.000

Kadar_air

Duncan^a

interaksi	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
A2B3	3	.0774				

A2B2	3	.0857	.0857			
A2B1	3		.0901			
A3B3	3			.1021		
A3B2	3			.1032		
A1B3	3			.1072		
A1B2	3			.1116	.1116	
A3B1	3				.1211	.1211
A1B1	3					.1258
Sig.		.118	.398	.099	.077	.362



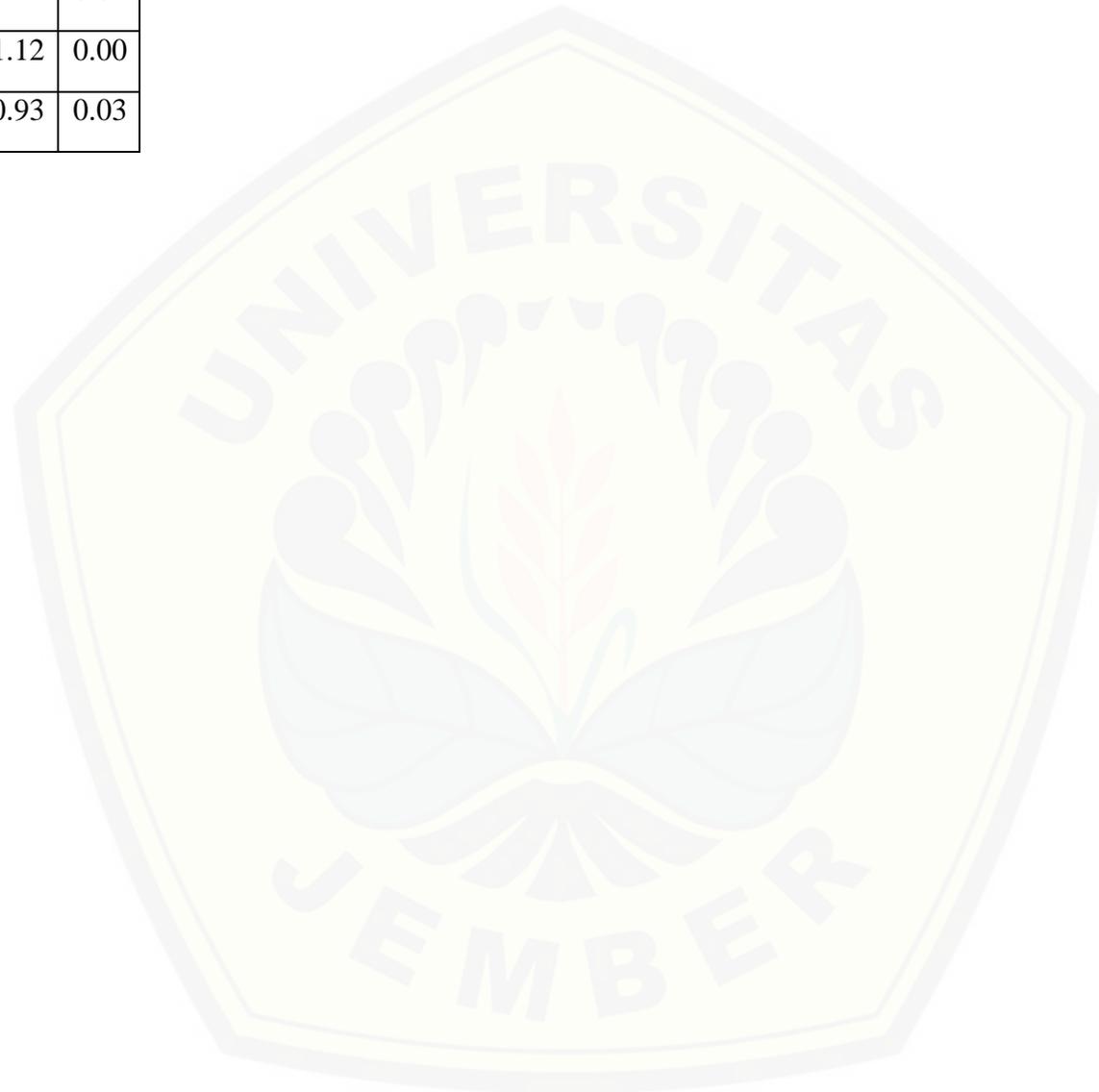
Lampiran 6 Data Stabilitas Suspensi Pewarna Hitam Terhadap Suhu

Lampiran 6.1 Hasil Perhitungan Stabilitas Suspensi Pewarna Hitam Terhadap Suhu

Sampel	Stabilitas Suspensi terhadap Suhu																			
	Suhu 15					Suhu 45					Suhu 60					Suhu 80				
	U1	U2	U3	Rata-rata	SD	U1	U2	U3	Rata-rata	SD	U1	U2	U3	Rata-rata	SD	U1	U2	U3	Rata-rata	SD
A1B1	2.046	2.085	2.051	2.06	0.02	1.834	1.614	1.679	1.71	0.11	1.495	1.445	1.464	1.47	0.03	1.28	1.306	1.273	1.29	0.02
A1B2	1.871	1.842	1.894	1.87	0.03	1.752	1.533	1.541	1.61	0.12	1.43	1.42	1.434	1.43	0.01	1.09	1.02	1.087	1.07	0.04
A1B3	1.82	1.816	1.823	1.82	0.00	1.515	1.523	1.509	1.52	0.01	1.426	1.413	1.423	1.42	0.01	1.010	1.016	1.096	1.04	0.05
A2B1	0.404	0.475	0.411	0.43	0.04	0.349	0.388	0.485	0.41	0.07	0.311	0.309	0.319	0.31	0.01	0.13	0.12	0.130	0.13	0.00
A2B2	0.358	0.378	0.36	0.37	0.01	0.322	0.297	0.332	0.32	0.02	0.298	0.286	0.288	0.29	0.01	0.18	0.198	0.183	0.19	0.01
A2B3	0.315	0.318	0.334	0.32	0.01	0.298	0.288	0.296	0.29	0.01	0.138	0.13	0.134	0.13	0.00	0.1	0.077	0.091	0.09	0.01
A3B1	2.221	2.216	2.22	2.22	0.00	1.624	1.619	1.628	1.62	0.00	1.425	1.419	1.454	1.43	0.02	1.29	1.300	1.32	1.30	0.02
A3B2	1.986	2.133	2.110	2.08	0.08	1.420	1.432	1.428	1.43	0.01	1.324	1.352	1.333	1.34	0.01	1.21	1.24	1.228	1.23	0.01
A3B3	1.979	2.095	2.087	2.05	0.06	1.404	1.419	1.408	1.41	0.01	1.289	1.273	1.257	1.27	0.02	1.06	1.053	1.041	1.05	0.01

Sampel	Stabilitas Suspensi Pewarna Hitam terhadap Suhu				
	Suhu 90				
	U1	U2	U3	Rata-rata	SD
A1B1	1.177	1.144	1.169	1.16	0.02
A1B2	0.946	0.966	0.964	0.96	0.01
A1B3	0.909	0.913	0.907	0.91	0.00
A2B1	0.123	0.118	0.127	0.12	0.00
A2B2	0.118	0.11	0.13	0.12	0.01

A2B3	0.078	0.056	0.067	0.07	0.01
A3B1	1.225	1.256	1.23	1.24	0.02
A3B2	1.119	1.115	1.119	1.12	0.00
A3B3	0.907	0.965	0.911	0.93	0.03



Lampiran 6.2 Hasil Analisis of Variance Stabilitas Suspensi Pewarna Hitam Terhadap Suhu dengan SPSS 22.0

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	54.965 ^a	44	1.249	1015.631	.000
Intercept	144.930	1	144.930	117831.548	.000
interaksi suhu_stabilitas_suspensi	43.656	8	5.457	4436.704	.000
interaksi * suhu_stabilitas_suspensi	9.086	4	2.272	1846.823	.000
Error	.111	90	.001		
Total	200.006	135			
Corrected Total	55.076	134			

ANOVA

Stabilitas_suspensi_terhadap_suhu

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	54.965	44	1.249	1015.631	.000
Within Groups	.111	90	.001		
Total	55.076	134			

Lampiran 6.3 Hasil Uji DMNRT Stabilitas Suspensi Pewarna Hitam terhadap Suhu dengan SPSS 22.0

Stabilitas_suspensi_terhadap_suhu

Duncan^a

interaksi_ stabilitas suspensi _pada_s uhu	N	Subset for alpha = 0.05																				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
A2B3SU HU90	3	.067 0																				
A2B3SU HU80	3	.088 7	.088 7																			
A2B2SU HU90	3	.119 3	.119 3																			
A2B1SU HU90	3	.122 7	.122 7																			
A2B1SU HU80	3	.127 3	.127 3																			
A2B3SU HU60	3		.134 0	.134 0																		
A2B2SU HU80	3			.187 7																		
A2B2SU HU60	3				.290 7																	
A2B3SU HU45	3				.294 0																	
A2B1SU HU60	3				.313 0	.313 0																
A2B2SU HU45	3				.317 0	.317 0																
A2B3SU HU15	3				.322 3	.322 3																
A2B2SU HU15	3					.365 3	.365 3															
A2B1SU HU45	3						.407 3	.407 3														
A2B1SU HU15	3							.430 0														

A1B3SU HU90	3								.909 7												
A3B3SU HU90	3								.927 7												
A1B2SU HU90	3								.958 7												
A1B3SU HU80	3								1.04 07												
A3B3SU HU80	3								1.05 23												
A1B2SU HU80	3								1.06 57	1.06 57											
A3B2SU HU90	3									1.11 77	1.11 77										
A1B1SU HU90	3										1.16 33										
A3B2SU HU80	3											1.22 80									
A3B1SU HU90	3											1.23 70									
A3B3SU HU60	3											1.27 30	1.27 30								
A1B1SU HU80	3											1.28 57	1.28 57	1.28 57							
A3B1SU HU80	3												1.30 20	1.30 20							
A3B2SU HU60	3													1.33 63							
A3B3SU HU45	3														1.41 03						
A1B3SU HU60	3														1.42 07						
A3B2SU HU45	3														1.42 67						
A1B2SU HU60	3														1.42 80						
A3B1SU HU60	3														1.43 27						

A1B1SU HU60	3																1.46 80	1.46 80					
A1B3SU HU45	3																	1.51 57					
A1B2SU HU45	3																		1.60 87				
A3B1SU HU45	3																		1.62 37				
A1B1SU HU45	3																			1.70 90			
A1B3SU HU15	3																				1.81 97		
A1B2SU HU15	3																				1.86 90		
A3B3SU HU15	3																					2.05 37	
A1B1SU HU15	3																					2.06 07	
A3B2SU HU15	3																					2.07 63	
A3B1SU HU15	3																						2.219 0
Sig.		.062	.164	.064	.334	.098	.146	.431	.109	.416	.073	.114	.068	.345	.098	.081	.099	.602	1.00 0	.088	.461	1.000	

Lampiran 7 Data Stabilitas Suspensi Pewarna Hitam terhadap pH

Lampiran 7.1 Hasil Perhitungan Stabilitas Suspensi Pewarna Hitam terhadap pH

Sampel	Stabilitas suspensi terhadap pH (absorbansi)																			
	pH 3					pH 4					pH 5					pH 6				
	U1	U2	U3	Rata-rata	SD	U1	U2	U3	Rata-rata	SD	U1	U2	U3	Rata-rata	SD	U1	U2	U3	Rata-rata	SD
A1B1	0.623	0.634	0.660	0.6390	0.019	0.551	0.557	0.553	0.5537	0.003	0.544	0.547	0.562	0.5510	0.010	0.446	0.454	0.448	0.4493	0.004
A1B2	0.595	0.610	0.598	0.6010	0.008	0.528	0.528	0.513	0.5230	0.009	0.521	0.518	0.512	0.5170	0.005	0.431	0.440	0.437	0.4360	0.005
A1B3	0.540	0.546	0.556	0.5473	0.008	0.499	0.494	0.488	0.4937	0.006	0.514	0.518	0.511	0.5143	0.004	0.413	0.415	0.410	0.4127	0.003
A2B1	0.301	0.339	0.312	0.3173	0.020	0.252	0.264	0.276	0.2640	0.012	0.173	0.177	0.180	0.1767	0.004	0.107	0.102	0.104	0.1043	0.003
A2B2	0.293	0.302	0.311	0.3020	0.009	0.218	0.219	0.217	0.2180	0.001	0.153	0.164	0.152	0.1563	0.007	0.019	0.027	0.022	0.0227	0.004
A2B3	0.271	0.276	0.298	0.2817	0.014	0.214	0.212	0.219	0.2150	0.004	0.141	0.146	0.148	0.1450	0.004	0.015	0.022	0.013	0.0167	0.005
A3B1	0.646	0.684	0.678	0.6693	0.020	0.611	0.615	0.613	0.6130	0.002	0.566	0.563	0.561	0.5633	0.003	0.540	0.567	0.551	0.5527	0.014
A3B2	0.628	0.658	0.629	0.6383	0.017	0.597	0.598	0.594	0.5963	0.002	0.524	0.531	0.523	0.5260	0.004	0.523	0.547	0.539	0.5363	0.012
A3B3	0.593	0.594	0.564	0.5837	0.017	0.556	0.562	0.559	0.5590	0.003	0.484	0.472	0.483	0.4797	0.007	0.501	0.505	0.492	0.4993	0.007

Lampiran 7.2 Hasil Analisis of Variance Stabilitas Suspensi Pewarna Hitam terhadap pH dengan SPSS 22.0

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent

Variable: stabilitas_suspensi_terhadap_pH

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3.718 ^a	35	.106	1202.319	0.00
Intercept	19.443	1	19.443	220085.838	0.00
interaksi	3.201	8	.400	4528.784	0.00
pH	.428	3	.143	1614.991	0.00
interaksi * pH	.089	24	.004	41.914	0.00
Error	.006	72	8.834E-05		
Total	23.167	108			
Corrected Total	3.724	107			

ANOVA

stabilitas_suspensi_terhadap_pH

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3.718	35	.106	1202.319	.000
Within Groups	.006	72	.000		
Total	3.724	107			



Lampiran 7.3 Hasil Uji DMNRT Stabilitas Warna terhadap pH Pewarna Hitam Makanan dengan SPSS 22.0

stabilitas_suspensi_terhadap_pH

Duncan^a

interaksi_st abilitassus pensi_terh adappH	N	Subset for alpha = 0.05																						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
A2B3pH6	3	.016 7																						
A2B2pH6	3	.022 7																						
A2B1pH6	3		.104 3																					
A2B3pH5	3			.145 0																				
A2B2pH5	3			.156 3																				
A2B1pH5	3				.176 7																			
A2B3pH4	3					.215 0																		
A2B2pH4	3					.218 0																		
A2B1pH4	3						.264 0																	
A2B3pH3	3							.281 7																
A2B2pH3	3								.302 0															
A2B1pH3	3									.317 3														
A1B3pH6	3										.412 7													
A1B2pH6	3											.436 0												
A1B1pH6	3												.449 3											
A3B3pH5	3													.479 7										
A1B3pH4	3													.493 7	.493 7									
A3B3pH6	3														.499	.499								

Lampiran 8. Dokumentasi



