

**ENKAPSULASI ASAP CAIR DENGAN TEKNIK *COACERVATION*
MENGUNAKAN VARIASI BAHAN PENYALUT DAN JENIS
PENGERING**



SKRIPSI

oleh:

AYUNI RIZMA MAULIDA

NPM 17690015

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG**

2022

**ENKAPSULASI ASAP CAIR DENGAN TEKNIK *COACERVATION*
MENGUNAKAN VARIASI BAHAN PENYALUT DAN JENIS
PENGERING**



SKRIPSI

oleh:

AYUNI RIZMA MAULIDA

NPM 17690015

**sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknologi
Pertanian**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS PGRI SEMARANG**

2022

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

**ENKAPSULASI ASAP CAIR DENGAN TEKNIK *COACERVATION*
MENGUNAKAN VARIASI BAHAN PENYALUT DAN JENIS PENERING**

oleh:

AYUNI RIZMA MAULIDA

NPM 17690015

**telah disetujui oleh pembimbing untuk dilanjutkan di hadapan dewan penguji pada
8 Maret 2022**

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping



Iffah Muflihati, S.T.P., M.Sc.
NIDN. 0603038702



Umar Hafidz Asy'ari Hasbullah, S.T.P., M.Sc.
NIDN. 0601078602

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

**ENKAPSULASI ASAP CAIR DENGAN TEKNIK *COACERVATION*
MENGUNAKAN VARIASI BAHAN PENYALUT DAN JENIS PENERING**

oleh:

AYUNI RIZMA MAULIDA

NPM 17690015

**telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada tanggal 14 Maret 2022
dan dinyatakan telah memenuhi syarat Dewan Penguji**



Dr. Slamet Supriyadi, M.Env.St.
NIP.195912281986031003

Penguji I

Iffah Muflihati, S.T.P., M.Sc.
NIDN. 0603038702

Penguji III

Arief Rakhman Affandi, S.TP., M.Si.
NIP.158301486

Sekretaris

Fafa Nurdyansyah, S.T.P., M.Sc.
NIDN.0622118901

Penguji II

Umar Hafidz Asy'ari Hasbullah, S.TP., M.Sc.
NIDN. 0601078602

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Pemalang, 24 Juli 1998. Alamat penulis berada di jalan Solasih RT 02/RW 08 Desa Moga Kecamatan Moga Kabupaten Pemalang. Penulis lahir dari pasangan pedagang kecil dengan ibu bernama Maftukhah dan bapak bernama Achmad Muzali. Penulis merupakan anak pertama dari satu bersaudara. Penulis memulai pendidikan bermula dari TK Salafiyah Moga II pada tahun 2002-2004. Dilanjutkan SD Negeri 01 Moga pada tahun 2004-2010, SMP Negeri 01 Moga pada tahun 2010-2013, SMA Negeri 01 Randudongkal pada tahun 2013-2016. Setelah lulus SMA penulis memutuskan berhenti 1 tahun dengan alasan tertentu dan dalam jangka waktu 1 tahun ini penulis menggunakan waktunya untuk membantu orang tua berdagang dan mengikuti kursus bahasa inggris conversation 1 pada salah satu lembaga kursus nasional. Setelah vakum 1 tahun dalam dunia pendidikan kemudian penulis melanjutkan kuliah pada tahun 2017 di Universitas PGRI Semarang. Pengalaman organisasi penulis bermula dari bangku SD dimana penulis sering ditunjuk untuk mengikuti perkemahan dan beberapa lomba pesta siaga. Setelah lulus SD penulis melanjutkan organisasi pramuka pada saat SMP hingga pernah menjabat sebagai bendahara umum organisasi pramuka. Bukan hanya pramuka, saat SMP penulis pernah mengikuti ekstrakurikuler olimpiade matematika walaupun saat seleksi perwakilan lomba penulis belum bisa lolos. Beralih ke masa SMA, sama seperti waktu SD dan SMP penulis masih menggeluti organisasi pramuka hingga masa kepengurusan selesai. Sampai pada masa perkuliahan 2017 penulis mengikuti beberapa organisasi diantaranya Kajian Ilmiah Penelitian Mahasiswa sebagai anggota selama 1 periode, Sanggar Tari dan Karawitan Mahasiswa sebagai anggota hampir 2 periode, Himpunan Mahasiswa Teknologi Pangan 2 periode. Pengalaman lomba yang penulis dapatkan saat ini masih sebatas mengikuti lomba Gebyar PKM UPGRIS dengan menyandang peringkat terbaik kedua. Pada tahun 2020 kelompok PKM yang penulis anggotai lolos pendanaan dan alhamdulillah lolos PIMNAS 33 yang dilakukan secara daring atau online. Terakhir penulis melaksanakan tugas akhir sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknologi Pertanian dengan judul “Enkapsulasi Asap Cair Dengan Teknik *Coacervation* Menggunakan Variasi Bahan Penyalut dan Jenis Pengering” dibawah bimbingan Ibu Iffah Muflihati S.TP., M.Sc. dan Bapak Umar Hafidz Asy’ari Hasbullah, S.T.P., M.Sc.

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto

“Miliki cukup keberanian untuk memulai dan cukup hati untuk menyelesaikan”
(Jessica NS Yourko)

Persembahan

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Yang pertama dan paling utama saya ingin berterimakasih dengan diri sendiri yang sudah bertahan sejauh ini, terimakasih sudah mau berjuang hingga akhir, ingat ini bukan akhir dari segalanya melainkan awal dari kehidupan sesungguhnya, semangat terus, semoga dimudahkan dan dilancarkan jalan kedepannya, aamiin allahumma aamiinn.
2. Ibu Maftukhah dan Bapak Achmad Muzali selaku kedua orang tua saya yang selalu mensupport saya lahir maupun batin, serta adik saya Nabila Zahra Aulia yang selalu menjadi semangat saya untuk menjadi kakak yang baik, dan tak lupa nenek saya tercinta ibu Tarkhimah yang selalu mendoakan dan mendukung saya berkuliah.
3. Kedua dosen pembimbing saya Ibu Iffah dan Pak Umar yang senantiasa memberikan arahan dan bimbingan kepada saya.
4. Sahabat saya yang selalu ada dikala saya susah dan senang Devita Tyas Prameswari.
5. Teman-teman kost bahagia yang selalu mendukung, mensupport serta menemani hari-hari saya selama di Semarang.
6. Teman-teman Teknologi Pangan angkatan 2017 yang telah menemani dan mewarnai hidup saya selama dibangku perkuliahan.
7. Universitas PGRI Semarang, almamater saya yang sudah memberikan kesempatan saya menjelajahi dunia lewat dunia perkuliahan.

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ayuni Rizma Maulida

NPM : 17690015

Prodi : Teknologi Pangan

Fakultas : Teknik dan Informatika

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya buat ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri, bukan plagiarisme.

Apabila pada kemudian hari skripsi ini terbukti hasil plagiarisme, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Semarang, Maret 2022

Yang membuat pernyataan,



Ayuni Rizma Maulida

RINGKASAN

Asap cair merupakan produk hasil dari kondensasi uap yang dihasilkan melalui proses pirolisis. Asap cair memiliki senyawa fenolik yang dapat menguap. Salah satu cara untuk mempertahankan kandungan senyawa fenolik dalam asap cair yaitu dengan enkapsulasi. Pada penelitian ini dipilih variasi bahan penyalut dan jenis pengering dalam pembuatan enkapsulasi asap cair menggunakan teknik *coacervation*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik enkapsulasi asap cair dengan teknik *coacervation* yang dikombinasikan dengan bahan penyalut dan jenis pengering yang berbeda.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan rancangan acak faktorial dengan dua faktor yaitu bahan penyalut dan jenis pengering yang berbeda. Analisis yang dilakukan meliputi analisis karakteristik fisik yaitu ukuran kapsul dan warna, karakteristik kimia yaitu kadar air, kadar fenol, total asam, total karbonil, efisiensi enkapsulasi, *loading capacity* dan uji *pearson correlation*.

Hasil dari penelitian ini adalah pengaruh bahan penyalut yang berbeda dan jenis pengering yang berbeda menyebabkan ukuran kapsul paling besar terdapat pada bahan penyalut alginat+kitosan jenis pengering kering-angin sedangkan paling kecil terdapat pada bahan penyalut alginat+ gum arab jenis pengering kering-angin. Warna yang menunjukkan nilai L tertinggi pada bahan penyalut alginat+maltodekstrin cabinet dryer, nilai a* tertinggi pada bahan penyalut alginat+gum arab kering-angin, dan nilai b* tertinggi pada bahan penyalut alginat+kitosan kering-angin. Penggunaan bahan penyalut dan jenis pengering yang berbeda berpengaruh terhadap kadar air kering-angin memiliki nilai kadar air yang tinggi dibandingkan dengan cabinet dryer. Kadar fenol cabinet dryer lebih tinggi nilainya dibandingkan pengering kering-angin. Efisiensi enkapsulasi *cabinet dryer* lebih tinggi dibandingkan dengan pengering kering-angin. *Loading capacity cabinet dryer* lebih tinggi nilainya dibandingkan dengan pengering kering-angin. Penelitian ini memperkenalkan enkapsulasi asap cair variasi bahan penyalut dan jenis pengering yang berbeda menggunakan teknik *coacervation* yang dapat dilakukan oleh UMKM dengan biaya terjangkau dan dapat dijadikan bahan tambahan pangan alami.

Kata kunci : asap cair, bahan penyalut, enkapsulasi, koaservasi

SUMMARY

Liquid smoke is a product of the condensation of steam produced through the pyrolysis process. Liquid smoke contains phenolic compounds that can evaporate. One way to maintain the content of phenolic compounds in liquid smoke is by encapsulation. This study aimed to determine the encapsulation characteristics of liquid smoke using coacervation techniques combined with different coating materials and types of dryers. In this study, variations of coating materials and types of dryers were selected in the manufacture of liquid smoke encapsulation using the coacervation technique.

The method used in this study used a randomized factorial design with two factors, namely different coating materials and types of dryers. The analysis includes the analysis of physical characteristics, namely capsule size and color, chemical characteristics, namely water content, phenol content, total acid, total carbonyl, encapsulation efficiency, loading capacity, and Pearson correlation test.

This research shows that the effect of different coating materials and different types of dryers causes the largest capsule size in the wind-dry type of alginate + chitosan coating material. At the same time, the smallest is found in the wind-dried type of alginate + Arabic gum coating material. The color that shows the highest L value is in the cabinet dryer alginate+maltodextrin coating material. The highest a value is the wind-dried alginate+gum Arabic coating material, and the highest b* value is the wind-dried alginate+chitosan coating material. The use of coating materials and different types of dryers affects the moisture content of the wind-dried, having a high moisture content value compared to the cabinet dryer. The phenol content of the cabinet dryer is higher than that of the wind-dried dryer. The efficiency of encapsulation of the cabinet dryer is higher than that of the wind-dry dryer. Drying with a cabinet dryer produces a larger loading capacity than a wind dryer. This study introduces the encapsulation of liquid smoke with various coating materials and different types of dryers using coacervation techniques that can carry out by UMKM at affordable costs and can be used as natural food additives.*

Keywords: *coacervation, coating material, encapsulation, liquid smoke*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT, peneliti dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi ini dengan lancar. Skripsi yang berjudul “Enkapsulasi Asap Cair Dengan Teknik *Coacervation* Menggunakan Variasi Bahan Penyalut dan Jenis Pengering” ini disusun untuk memenuhi sebagai syarat memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pangan. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada baginda Nabi Muhammad saw yang di utus ke permukaan bumi ini menuntun manusia dari lembah kebidaban menuju ke puncak peradaban.

Penyusunan skripsi ini, tidak lepas dari hambatan dan rintangan serta kesulitan-kesulitan. Namun berkat bimbingan, bantuan, dan dorongan serta saran-saran dari berbagai pihak khususnya pembimbing, segala hambatan dan rintangan serta kesulitan tersebut dapat teratasi dengan baik. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini dengan tulus hati penulis sampaikan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang selalu memberikan nikmat dan pertolongan tanpa disangka-sangka.
2. Bapak Achmad Muzali dan Ibu Maftukhah serta saudariku satu-satunya Nabila Zahra Aulia yang senantiasa mendukung dan mendoakan selama penyusunan skripsi.
3. Dr. Muhdi, S.H., M. Hum, Rektor Universitas PGRI Semarang yang telah memberi kesempatan kepada penulis untuk menimba ilmu di Universitas PGRI Semarang.
4. Dr. Slamet Supriyadi, M. Env. St, Dekan Fakultas Teknik dan Informatika yang telah memberikan izin penulis untuk melakukan penelitian.
5. Fafa Nurdyansyah, S.T.P., M.Sc., Ketua Program Studi Teknologi Pangan yang telah menyetujui topik skripsi penulis.
6. Iffah Muflihati, S.T.P., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing yang telah mengarahkan penulis dengan penuh ketekunan dan kecermatan.
7. Umar Hafidz Asy'ari Hasbullah, S.TP., M.Sc., selaku Dosen Pendamping yang telah membimbing penulis dengan penuh dedikasi yang tinggi.
8. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknologi Pangan yang telah memberi bekal ilmu kepada penulis selama belajar di Universitas PGRI Semarang.
9. Teman-teman angkatan 2017 Teknologi Pangan yang luar biasa, senantiasa sabar dan membantu peneliti.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu dengan kerendahan hati, penulis menerima kritikan dan saran yang membangun dari pihak manapun demi kesempurnaan Skripsi ini. Semoga Skripsi yang kami susun ini dapat diterima oleh pembaca pada khususnya dan masyarakat pada umumnya.

Semarang, Maret 2022

Peneliti

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| HALAMAN PENGESAHAN..... | iv |
| RIWAYAT HIDUP..... | v |
| MOTTO DAN PERSEMBAHAN..... | vi |
| PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN..... | vii |
| RINGKASAN..... | viii |
| <i>SUMMARY</i> | ix |
| KATA PENGANTAR..... | x |
| DAFTAR ISI..... | xi |
| DAFTAR TABEL..... | xiii |
| DAFTAR GAMBAR..... | xiv |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xv |
| BAB I..... | 1 |
| PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 7 |
| 1.3 Tujuan..... | 7 |
| 1.4 Manfaat..... | 8 |
| BAB II..... | 9 |
| TINJAUAN PUSTAKA..... | 9 |
| 2.1 Karakteristik Asap Cair (<i>smoke liquid</i>)..... | 9 |
| 2.2 Karakteristik Enkapsulasi dengan Teknik <i>Coacervation</i> | 13 |
| 2.3 Karakteristik Bahan Penyalut dan Jenis Pengering..... | 18 |
| 2.4 Hipotesis..... | 27 |
| BAB III..... | 28 |
| METODE PENELITIAN..... | 28 |
| 3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan..... | 28 |
| 3.2 Alat dan Bahan..... | 28 |
| 3.2.1 Alat Penelitian..... | 28 |
| 3.2.2 Bahan Penelitian..... | 29 |

| | |
|-------------------------------------|----|
| 3.3 Rancangan Percobaan..... | 29 |
| 3.4 Tahapan Penelitian | 30 |
| 3.5 Analisis Sampel..... | 33 |
| 3.5.1 Karakteristik fisik | 33 |
| 3.5.2 Karakteristik Kimia | 33 |
| 3.5.3 Efisiensi Enkapsulasi..... | 36 |
| 3.5.4 <i>Loading capacity</i> | 36 |
| 3.6 Analisis Data | 36 |
| BAB IV | 37 |
| HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 37 |
| 4.1 Karakteristik Fisik | 37 |
| 4.1.1 Ukuran Kapsul..... | 37 |
| 4.1.2 Warna | 46 |
| 4.2 Karakteristik kimia | 54 |
| 4.2.1 Kadar Air | 54 |
| 4.2.2 Kadar Fenol | 59 |
| 4.2.3 Total Asam | 63 |
| 4.2.4 Total Karbonil | 68 |
| 4.3 Efisiensi Enkapsulasi..... | 72 |
| 4.4 <i>Loading capacity</i> | 76 |
| 4.5 Uji Pearson Correlation | 79 |
| BAB V..... | 82 |
| KESIMPULAN DAN SARAN..... | 82 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 82 |
| 5.2 Saran..... | 83 |
| DAFTAR PUSTAKA | 85 |
| LAMPIRAN..... | 93 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Karakteristik Asap Cair..... | 10 |
| Tabel 2.2 Parameter Fisik Asap Cair Tempurung Kelapa | 12 |
| Tabel 2.3 Standar Mutu Cuka Kayu Jepang..... | 13 |
| Tabel 2.4 Jenis dan Karakteristik Enkapsulasi..... | 16 |
| Tabel 2.5 Jenis-jenis Bahan Penyalut dan Karakteristiknya | 19 |
| Tabel 3.1 Perbandingan Variasi Bahan Penyalut dan Jenis Pengering Enkapsulasi Asap Cair..... | 30 |
| Tabel 4.1 Ukuran Partikel Asap Cair Terenkapsulasi (mm)..... | 38 |
| Tabel 4.2 Nilai L* Asap Cair Terenkapsulasi | 47 |
| Tabel 4.3 Nilai a* Asap Cair Terenkapsulasi | 49 |
| Tabel 4.4 Nilai b* Asap Cair Terenkapsulasi | 51 |
| Tabel 4.5 Kadar Air Asap Cair Terenkapsulasi (%) | 55 |
| Tabel 4.6 Kadar Fenol Asap Cair Terenkapsulasi (%) | 60 |
| Tabel 4.7 Total Asam Asap Cair Terenkapsulasi (%)..... | 64 |
| Tabel 4.9 Efisiensi Asap Cair Terenkapsulasi (%) | 73 |
| Tabel 4.10 <i>Loading Capacity</i> Asap Cair Terenkapsulasi (%) | 76 |
| Tabel 4.11 Hasil Uji Pearson Corelation Antar Analisis | 79 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1 Asap Cair..... | 12 |
| Gambar 2.2 Struktur Molekul Alginat (Putriyana et al., 2018) | 23 |
| Gambar 2.3 Struktur Molekul Gum Arab (Jumansyah <i>et al.</i> , 2017)..... | 23 |
| Gambar 2.4 Struktur Molekul Kitosan (Islam <i>et al.</i> , 2011) | 24 |
| Gambar 2.5 Struktur Molekul Amilosa dan Amilopektin (Herawati, 2012) | 25 |
| Gambar 2.6 Struktur Molekul Maltodekstrin (Meriatna, 2013)..... | 26 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Proses Pembuatan Enkapsulasi Asap Cair..... | 32 |
| Gambar 4.1 Bentuk Struktur <i>Egg Box</i> (Agüero <i>et al.</i> , 2017)..... | 40 |
| Gambar 4.2 Hasil Asap Cair Terenkapsulasi | 45 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|--|-----|
| Lampiran 1. Hasil Analisis Ukuran Kapsul | 94 |
| Lampiran 2. Hasil SPSS Ukuran Kapsul..... | 97 |
| Lampiran 3. Hasil Analisis Warna | 100 |
| Lampiran 4. Hasil SPSS Warna | 101 |
| Lampiran 5. Hasil Analisis Kadar Air..... | 106 |
| Lampiran 6. Hasil SPSS Kadar Air..... | 109 |
| Lampiran 7. Hasil Analisis Total Fenol | 112 |
| Lampiran 8. Hasil SPSS Kadar Fenol | 114 |
| Lampiran 9. Hasil Analisis Total Asam..... | 117 |
| Lampiran 10. Hasil SPSS Total Asam | 119 |
| Lampiran 11. Hasil Analisis Total Karbonil | 122 |
| Lampiran 12. Hasil SPSS Total Karbonil | 124 |
| Lampiran 13. Hasil Analisis Efisiensi Enkapsulasi | 127 |
| Lampiran 14. Hasil SPSS Efisiensi Enkapsulasi..... | 129 |
| Lampiran 15. Hasil Analisis Loading capacity | 132 |
| Lampiran 16. Hasil SPSS Loading capacity | 134 |
| Lampiran 17. Uji Pearson Corelation Antar Analisis | 137 |
| Lampiran 18. Hasil SPSS Uji Pearson Corelation | 138 |
| Lampiran 19. Dokumentasi Kegiatan Penelitian | 140 |
| Lampiran 20. Buku Bimbingan Skripsi | 149 |

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Asap cair merupakan suatu produk yang diperoleh dari kondensasi uap hasil pembakaran langsung maupun tidak langsung melalui proses pirolisis dari senyawa seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignin serta senyawa karbon lainnya (Sutrisno, 2018). Asap cair mengandung berbagai senyawa yang berfungsi sebagai antibakteria, antijamur, dan antioksidan, sehingga dapat dijadikan bahan alami untuk mengatasi hama dan penyakit (Gani *et al.*, 2014). Asap cair biasanya dijadikan sebagai pengawet makanan alami yang terbuat dari kulit kelapa setelah melalui proses pirolisis (Permanasari, 2020). Saat ini asap cair banyak digunakan dalam industri makanan sebagai penyedap rasa, penambah aroma tertentu, antimikroba, dan antioksidan. Asap cair telah digunakan secara komersial sebagai antibakteri karena memiliki sifat antimikroba dan senyawa antioksidan seperti aldehida, asam karboksilat, dan fenol (Abdullah *et al.*, 2017).

Asap cair dapat dijadikan sebagai alternatif bahan tambahan pangan yang memiliki resiko terhadap kesehatan yang rendah dengan dimanfaatkan sebagai antimikroba dan perasa seperti pemberi aroma serta citarasa pada berbagai produk pangan. Selain itu asap cair memiliki aroma spesifik beraroma lembut yang berasal dari beberapa atribut yang melengkapinya seperti manis atau karamel, bunga, buah, rempah, kaldu, dan daging panggang (Kadir *et al.*, 2015). Kandungan kimia asap cair yang memiliki fungsi sebagai zat antimikroba dan cukup aman jika dijadikan sebagai pengawet alami. Bahkan pengawetan dengan asap cair dapat memberikan karakteristik aroma, warna dan rasa yang khas

dengan salah satu keunggulan yaitu ramah lingkungan dan tidak ditemukannya senyawa Polycyclic Aromatic Hydrocarbon (PAH) yang dapat membahayakan kesehatan (Muttakun *et al.*, 2017). Oleh karena itu dalam penelitian ini asap cair akan dimanfaatkan sebagai bahan tambahan pangan yang memiliki kelebihan berbagai kandungan senyawa tersebut sehingga lebih aman dan ramah lingkungan. Namun sebelum itu perlu beberapa metode sebelum sampai ke aplikasi asap cair sebagai bahan tambahan pangan, salah satunya membuat enkapsulasi asap cair.

Asap cair memiliki bentuk cair yang mengandung komponen aktif. Asap cair yang masih tergolong dalam bentuk cairan mudah mengalami penguapan dan oksidasi senyawa-senyawa yang mudah menguap serta kurang efektif dalam hal distribusi dan penyimpanan. Asap cair mengandung senyawa fenolik yang dapat mengalami kerusakan akibat oksidasi (Maryam, 2015). Selain kerusakan akibat oksidasi, penyimpanan asap cair dalam bentuk cairan juga dapat mengalami perubahan warna dan penguapan senyawa-senyawa volatil (Kurniasih *et al.*, 2016). Salah satu metode yang dapat mengurangi kelemahan asap cair di atas yaitu dengan membuat enkapsulasi asap cair. Menurut Sahlan *et al.* (2019) salah satu solusi yang dapat dilakukan untuk mempertahankan efisiensi proses pengemasan dan distribusi minyak gaharu adalah dengan proses enkapsulasi. Begitu pula dengan asap cair dalam penelitian ini akan dilakukan proses enkapsulasi untuk membatasi degradasi atau kehilangan aroma selama pemrosesan dan penyimpanan. Selain itu proses enkapsulasi juga bermanfaat untuk merangkum bahan-bahan yang mudah menguap sebelum digunakan dalam makanan atau minuman (Petzold *et al.*, 2014).

Enkapsulasi adalah suatu teknik penyalutan bahan inti ke dalam bahan pengkapsul tertentu (Palupi *et al.*, 2014). Secara sederhananya enkapsulasi merupakan teknik melapisi suatu bahan dengan bahan penyalut. Enkapsulasi atau mikroenkapsulasi adalah metode dimana salah satu bahan atau campuran bahan dilapisi oleh bahan yang lain. Metode ini dirancang sebagai perlindungan, isolasi dan membantu dalam penyimpanan dan pelepasan terkontrol. Pelepasan terkontrol bahan makanan di tempat yang tepat dan waktu yang tepat adalah fungsi utama dari teknik mikroenkapsulasi (Pakzad *et al.*, 2013). Enkapsulasi asap cair merupakan teknik untuk melapisi asap cair dengan bahan penyalut dengan tujuan untuk melindungi komponen aktif yang ada pada asap cair selama proses penyimpanan dan distribusi, sehingga ketika diaplikasikan kedalam suatu produk pangan dapat maksimal dan dapat melindungi bahan inti dari kehilangan rasa (Ariestya *et al.*, 2016). Biasanya proses enkapsulasi asap cair menggunakan proses pengeringan semprot atau *spray dryer*, namun karena biaya yang digunakan untuk proses ini mahal oleh karena itu menggunakan alternatif proses enkapsulasi asap cair yang lain yaitu dengan teknik *coacervation*. Dengan adanya teknik yang lebih terjangkau ini dimaksudkan supaya para pelaku UMKM yang memproduksi asap cair dapat menerapkan teknik *coacervation*.

Teknik *coacervation* merupakan suatu teknik enkapsulasi yang berprinsip pada pemisahan sistem koloid menjadi dua fase cair. *Coacervate* mengacu pada fase yang lebih terkonsentrasi pada komponen dan larutan ketimbang mengacu pada fase lainnya (Eghbal & Choudhary, 2018). *Coacervation* merupakan teknik emulsifikasi yang dimodifikasi secara sederhana. Terdiri dari pemisahan hidrokoloid dari larutan primer aglomerasi menjadi fase cair yang terpisah atau

disebut *coacervate*. Mikrokapsul yang dihasilkan oleh metode ini memiliki sifat yang cenderung tidak larut dalam air dan tahan panas serta memiliki properti rilis terkontrol (Pakzad *et al.*, 2013). Teknik ini dipilih karena memiliki kelebihan proses yang mudah karena bahan pengkapsul yang mudah didapat, tidak memerlukan peralatan yang mahal, dapat dilakukan pada suhu ruang serta memiliki nilai efisiensi tinggi (Palupi *et al.*, 2014). Teknik *coacervation* ini tentunya diharapkan menjadi terobosan terbaru untuk menghasilkan enkapsulasi asap cair yang lebih baik dan lebih efektif penggunaannya dibandingkan dengan menggunakan metode yang biasa digunakan seperti *spray dryer*. Menurut Wang *et al.* (2018) metode *coacervation* memiliki keunggulan salah satunya muatan tinggi, efisiensi enkapsulasi tinggi dan karakteristik pelepasan yang terkontrol dengan sangat baik dibandingkan dengan pengeringan semprot. Metode enkapsulasi memiliki kaitan yang erat dengan bahan penyalut, dimana bahan penyalut ini yang akan menentukan keberhasilan dari proses enkapsulasi selain metode enkapsulasi yang digunakan. Bahan penyalut yang digunakan dalam enkapsulasi boleh berasal dari satu jenis atau bahkan lebih dari satu jenis. Metode enkapsulasi dengan teknik *coacervation* biasanya menggunakan dua jenis penyalut yang berbeda muatan. Hal ini dimaksud untuk membentuk fase pemisahan menjadi fase kaya polimer yang akan digunakan untuk melapisi bahan aktif dan fase miskin polimer (Jayanudin & Rochmadi, 2017). Selain bahan penyalut ada faktor lain yang dapat mempengaruhi pembentukan enkapsulasi antara lain proses pengeringan *beads*. Menurut Duhoranimana *et al.*, (2018) struktur *coacervates* yang kompleks dan stabil bergantung pada parameter yang berbeda antara lain struktur, fleksibilitas, kepadatan muatan biopolimer, berat

molekul, kualitas pelarut, pH, kekuatan ion, laju pengadukan dan suhu yang telah terbukti mempengaruhi koaservasi kompleks.

Salah satu parameter yang dapat mempengaruhi koaservasi kompleks adalah bahan penyalut. Bahan penyalut nantinya digunakan untuk melapisi, melindungi atau bahkan mengisolasi bahan inti yang memiliki kandungan senyawa bioaktif yang tinggi. Jenis penyalut yang digunakan harus tidak memiliki efek racun dan tidak bereaksi dengan bahan inti (Jayanudin & Rochmadi, 2017). Bahan penyalut ini berpengaruh terhadap keberhasilan proses enkapsulasi yang mana dipengaruhi oleh stabilitas bahan inti, sifat-sifat bahan pelapis dan kesesuaian metode yang digunakan (Eghbal & Choudhary, 2018). Bahan penyalut yang paling umum adalah hidrokoloid, pati dan selulosa yang dimodifikasi, dekstrin dan lipid (Aloys *et al.*, 2016). Alginat dipilih sebagai bahan penyalut pada penelitian ini karena memiliki biaya yang rendah, penggunaan sederhana, memiliki biodegradabilitas, biokompatibilitas, kemampuan untuk membentuk asosiasi rantai-rantai dan membentuk gel tiga dimensi dengan adanya kation divalen (Lozano-Vazquez *et al.*, 2015). Namun kinerja alginat kurang maksimal dengan adanya ion monovalen yang berlebih. Oleh karena itu perlu ditambahkan bahan penyalut lain untuk mendukung kinerja dari alginat itu sendiri. Dalam penelitian ini bahan penyalut terdiri dari 5 bahan yaitu alginat, gum arab, kitosan, tapioka, dan maltodekstrin. Alginat dipilih sebagai bahan penyalut karena memiliki kemampuan membentuk matriks dengan struktural dan fungsional yang lebih baik dengan penambahan polimer sebagai bahan pengisi (Lozano-Vazquez *et al.*, 2015). Gum arab dipilih sebagai bahan penyalut karena stabil dalam pembentukan emulsi dan retensi yang baik dari volatil (Abdin *et al.*, 2021). Kitosan dipilih sebagai bahan penyalut

karena memiliki kompleksasi dengan polisakarida anionik yang memungkinkan memiliki sinergi efek, meningkatkan sifat polimer terisolasi (Rabelo et al., 2019). Tapioka dipilih sebagai bahan penyalut karena mampu bertindak sebagai pendukung struktural untuk memodulasi penyusutan manik dan fraktur permukaan setelah pengeringan (Lozano-Vazquez et al., 2015). Maltodekstrin dipilih sebagai bahan penyalut karena memiliki kelebihan tahan terhadap panas, biaya rendah, viskositas rendah pada padatan tinggi, aroma dan rasa yang netral, serta dapat mempertahankan kandungan antioksidan inti (Abdin et al., 2021). Dengan menggunakan berbagai variasi alginat dengan bahan penyalut yang lain tentunya akan lebih mendukung terbentuknya enkapsulasi yang lebih bagus dan dapat mempertahankan senyawa-senyawa yang terdapat dalam asap cair.

Selain bahan penyalut jenis pengeringan juga menjadi variabel dalam penelitian ini. Dalam penelitian ini digunakan jenis pengering yang berbeda yaitu kering-angin dan *cabinet dryer*. Awal mula pemilihan jenis pengering kering-angin berawal dari metode yang terdapat pada penelitian Palupi *et al.* (2014), kemudian muncul ide penambahan jenis pengering menggunakan *cabinet dryer* untuk mendukung hasil maksimal dari enkapsulasi asap cair. *Cabinet dryer* adalah alat pengering yang dibuat dengan sistem rak bertingkat. Dengan adanya sistem rak bertingkat ini menyebabkan selama proses pengeringan terjadi pemerataan efek panas yang dapat dirasakan oleh seluruh permukaan bahan dalam kabinet sehingga didapatkan tingkat kekeringan yang seragam dan waktu yang lebih cepat. *Cabinet dryer* memiliki kelebihan teknis seperti *design* yang mudah diaplikasikan ke dalam industri skala kecil dengan pendekatan teknologi sederhana. *Cabinet dryer* dapat diaplikasikan pada industri kecil berskala rumah

tangga. Bahan-bahan yang dibutuhkan untuk membuat *cabinet dryer* manual memiliki harga yang murah dan mudah didapatkan disekitar sehingga dapat meminimalisir biaya pembuatannya (Mardiah *et al.*, 2012). Menurut penelitian Sushanti (2018) *cabinet dryer* memiliki kelebihan lama dan suhu pengeringan yang dapat dikontrol. Dengan pengendalian suhu dan lama waktu pengeringan ini mutu produk akhir juga dapat terkontrol. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik enkapsulasi asap cair dengan teknik *coacervation* yang dikombinasikan dengan bahan penyalut dan jenis pengering yang berbeda.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh bahan penyalut dan jenis pengering terhadap karakteristik fisik enkapsulasi asap cair yang dihasilkan?
2. Bagaimana pengaruh bahan penyalut dan jenis pengering terhadap karakteristik kimia enkapsulasi asap cair yang dihasilkan?
3. Bagaimana pengaruh bahan penyalut dan jenis pengering terhadap efisiensi enkapsulasi dan *loading capacity* enkapsulasi asap cair yang dihasilkan?

1.3 Tujuan

1. Mengkaji pengaruh bahan penyalut dan jenis pengering terhadap karakteristik fisik enkapsulasi asap cair yang dihasilkan.
2. Mengkaji pengaruh bahan penyalut dan jenis pengering terhadap karakteristik kimia enkapsulasi asap cair yang dihasilkan.
3. Mengkaji pengaruh bahan penyalut dan jenis pengering terhadap efisiensi enkapsulasi dan *loading capacity* enkapsulasi asap cair yang dihasilkan.

1.4 Manfaat

1. Dapat memberikan informasi mengenai pengaruh bahan penyalut yang dapat digunakan untuk menghasilkan enkapsulasi asap cair.
2. Dapat memberikan informasi mengenai pengaruh jenis pengering yang dapat digunakan untuk menghasilkan enkapsulasi asap cair.
3. Memperkenalkan teknik *coacervation* yang dapat digunakan untuk membuat enkapsulasi asap cair.
4. Dapat digunakan sebagai alternatif bahan tambahan pangan alami seperti perasa, pewarna, pengawet, antibakteria.
5. Dapat dijadikan acuan referensi bagi penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan enkapsulasi asap cair.
6. Dapat dijadikan referensi untuk UMKM produsen asap cair maupun UMKM umum lainnya untuk menggunakan metode enkapsulasi asap cair.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Asap Cair (*smoke liquid*)

Asap cair adalah cairan kondensat uap yang dihasilkan dari proses dekomposisi biomassa kayu. Proses pengolahan asap cair biasanya menggunakan metode pirolisis dengan mengekstrak biomassa kayu menjadi cairan pirolisis atau asap cair. Asap cair ini dapat dihasilkan dari kondensasi hasil pembakaran langsung maupun tidak langsung dari bahan-bahan yang mengandung banyak lignin, selulosa, hemiselulosa serta senyawa karbon lainnya (Muttakun *et al.*, 2017). Asap cair yang didapatkan mengandung berbagai senyawa yang berfungsi sebagai antibakteria, antijamur, dan antioksidan, sehingga dapat dijadikan bahan alami untuk mengatasi hama dan penyakit (Gani *et al.*, 2014). Asap cair dikenal dengan banyak istilah antara lain cuka kayu, bio-minyak, cairan pirolisis, minyak pirolisis, minyak bio-mentah, minyak biofuel, tar piroligna, asam piroligna, cairan kayu, dan minyak kayu. Asap cair saat ini sudah banyak diaplikasikan dalam dunia pangan. Asap cair dapat digunakan sebagai perasa karena memiliki aroma spesifik, bersifat antimikroba, dan merupakan antioksidan sehingga cocok untuk pengawet (Abdullah *et al.*, 2017). Kandungan asap cair yang lebih dominan adalah senyawa bioaktif seperti fenol, karbonil dan asam organik. Senyawa bioaktif inilah yang mendukung asap cair dapat diaplikasikan dalam dunia pangan sebagai bahan tambahan pangan. Tidak hanya sebagai pewarna dan perasa saja, tetapi juga berpotensi untuk meningkatkan umur simpan produk makanan berprotein tinggi. Hal ini dikarenakan asap cair memiliki aktivitas antibakteri dan aktivitas antioksidan (Saloko *et al.*, 2013). Asap cair dapat dijadikan sebagai

bahan pengawet dikarenakan sebagai hasil dari senyawa antimikroba dan antioksidannya seperti aldehida, asam karboksilat, dan fenol (Abdullah *et al.*, 2017). Menurut Yunus (2011) asap cair memiliki kemampuan untuk mengawetkan bahan makanan karena distilat asap cair mengandung lebih dari 400 komponen dan memiliki fungsi sebagai penghambat perkembangan bakteri dan cukup aman sebagai pengawet alami antara lain asam, fenolat, dan karbonil. Pengawetan menggunakan asap cair memiliki beberapa keunggulan antara lain ramah lingkungan, tidak ditemukan senyawa *Polycyclic Aromatic Hydrokarbon* (PAH) yang terdeposit ke dalam makanan yang dapat berdampak membahayakan kesehatan seperti menggunakan pengasapan tradisional (Muttakun *et al.*, 2017). Karakteristik asap cair dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Karakteristik Asap Cair

| Karakteristik Asap Cair | Sumber |
|---|---------------------------------|
| Memiliki kemampuan untuk mengawetkan bahan makanan karena distilat asap cair mengandung lebih dari 400 komponen dan memiliki fungsi sebagai penghambat perkembangan bakteri dan cukup aman sebagai pengawet alami antara lain asam, fenolat, dan karbonil | Yunus, (2011) |
| Memiliki aktivitas antibakteri dan aktivitas antioksidan | Saloko <i>et al.</i> , (2013) |
| Mengandung berbagai senyawa yang berfungsi sebagai antibakteria, antijamur, dan antioksidan, sehingga dapat dijadikan bahan alami untuk mengatasi hama dan penyakit | Gani <i>et al.</i> , (2014) |
| Memiliki aroma spesifik beraroma lembut yang berasal dari beberapa atribut yang melengkapinya seperti manis atau karamel, bunga, buah, rempah, kaldu, dan daging panggang | Kadir <i>et al.</i> , (2015) |
| Dapat digunakan sebagai pengawet alami karena mengandung banyak kelebihan dibandingkan dengan pengawet sintetis | Maryam, (2015) |
| Mengandung banyak lignin, selulosa, hemiselulosa serta senyawa karbon lainnya | Muttakun <i>et al.</i> , (2017) |

Memiliki aroma spesifik, bersifat antimikroba, dan merupakan antioksidan sehingga cocok untuk pengawet

Abdullah *et al.*, (2017)

Selain di dunia pangan, asap cair juga dibutuhkan dan memiliki prospek yang cukup luas mencakup industri kesehatan, pupuk tanaman, bioinsektisida dan lain sebagainya. Prospek yang sangat luas ini didukung dengan berbagai kelebihan dibandingkan dengan penggunaan bahan kimia sintetik (Maryam, 2015). Namun dibalik setiap kelebihan tentunya ada kelemahan. Begitu pula dengan asap cair yang memiliki bentuk cairan. Asap cair dalam bentuk cairan ini rawan terhadap reaksi oksidasi dengan udara sekitar karena kandungan senyawa fenolik yang mudah menguap dan senyawa bioaktif yang dapat terdegradasi akibat reaksi oksidasi dengan udara sekitar. Selain itu bentuk cairan dianggap kurang praktis dalam penggunaannya terutama dalam proses distribusi dan transportasi karena memerlukan wadah dan tempat khusus. Oleh karena itu perlu dilakukan teknologi untuk melindungi komponen aktif asap cair serta mempermudah penanganannya dengan cara enkapsulasi asap cair (Andiana *et al.*, 2020). Bentuk asap cair yang diubah dalam bentuk enkapsulan tentunya akan memberikan kemudahan dan mobilitas selama penyimpanan (Maryam, 2015).



Gambar 2.1 Asap Cair

Tabel 2.2 Parameter Fisik Asap Cair Tempurung Kelapa

| Parameter Fisik | Satuan | Kailaku <i>et al.</i> (2017) | Budaraga IK <i>et al.</i> (2016) | Putranto <i>et al.</i> (2020) | Yatagai <i>et al.</i> (2002) |
|-----------------|--------|---------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|--|
| Yield | % | - | 34,42 | 0,83 | - |
| pH | - | 2,76 | 3,50 | 4,40 | 1,50 |
| Density | Kg/L | - | 1,027 | 1,021 | >1,005 |
| Color | - | | | | |
| L | | 29,87 | 2,58 | 14,50 | |
| A | | 39,37 | 0,42 | 2,86 | |
| B | | 47,92 | 1,67 | -0,21 | |
| C | | - | - | 2,87 | |
| H | | - | - | 355,84 | |
| Kualitas warna | | gelap | coklat muda | coklat tua | kuning-coklat kemerahan menjadi coklat pucat kemerahan |

Berdasarkan Tabel 2.2 parameter fisik asap cair tempurung kelapa telah diteliti oleh penelitian sebelumnya dan disesuaikan dengan standar kualitas cuka kayu Jepang yang diteliti oleh Yatagai *et al.* (2002). Dalam standar kualitas cuka kayu

Jepang hanya ada pH, density dan kualitas warna. Menurut penelitian Kailaku *et al.* (2017), Budaraga IK *et al.* (2016), dan Putranto *et al.* (2020) nilai pH dan density yang dihasilkan sudah sesuai dengan kualitas standar cuka kayu Jepang. Standar kualitas cuka kayu Jepang ditampilkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Standar Mutu Cuka Kayu Jepang

| Parameter | Nilai Mutu |
|----------------|-------------------------|
| pH | 1,5-3,7 |
| Kadar Asam (%) | 1-18 |
| Fenol (%) | 0,02-7,32 |
| Warna | Kuning-coklat kemerahan |
| Bau | Tidak ada |

Sumber : Yatagai *et al.* (2002)

Menurut Maulina & Sinaga, (2020), asap cair memiliki kandungan senyawa organik seperti asam format, asam asetat, asam propanoat, aldehid, keton, furan, furfural, fenol. Asam karboksilat terbesar dalam asap cair yaitu asam asetat yang memiliki kelebihan sebagai antimikroba. Senyawa fenol berperan sebagai pemberi cita rasa yang khas dengan didukung adanya senyawa guaiakol, 4-metil guaiakol, dan 2,6-dimetoksifenol (syringol). Sedangkan karbonil yang terkandung dalam asap cair yaitu aldehid dan keton berperan sebagai pewarna sehingga sangat berpotensi sebagai pengawet makanan alami dan penambah cita rasa.

2.2 Karakteristik Encapsulasi dengan Teknik *Coacervation*

Encapsulasi adalah suatu teknologi yang digunakan untuk menyalut suatu bahan inti dengan bahan penyalut tertentu sehingga bahan inti dapat mempertahankan kandungan dan sifat-sifatnya. Teknologi encapsulasi ini mampu memperbaiki bahan inti yang mudah rusak dengan cara dilindungi dan dikontrol pelepasan bahan aktifnya, sehingga tidak mengurangi bahkan memaksimalkan bahan inti saat pelepasan bahan aktif. Teknologi encapsulasi yang terkenal

dikalangan masyarakat adalah mikroenkapsulasi. Mikroenkapsulasi adalah proses mengubah produk bentuk cair menjadi produk bentuk mikro berukuran kecil. Mikroenkapsulasi juga merupakan tetesan partikel bahan cair atau padat yang dikelilingi dengan film atau dengan bahan penyalut. Sebagian besar produk mikroenkapsulasi memiliki diameter antara 1 hingga 1000 μm . Enkapsulasi ini dilakukan untuk melindungi bahan inti dari kehilangan rasa, melindungi bahan aktif dan mengontrol kondisi senyawa yang hilang (Suganya & Anuradha, 2017). Mikroenkapsulasi merupakan teknik yang mana bahan dilapisi atau terperangkap didalam bahan penyalut untuk membentuk cangkang pelindung atau dinding, hal ini bertujuan untuk mengisolasi bahan aktif dan melindungi dari lingkungan ataupun mempromosikan pelepasan bahan aktif terkontrol (Aloys *et al.*, 2016). Selain didunia pangan, teknik enkapsulasi juga merupakan teknologi yang sudah banyak digunakan pada bidang farmasi, kimia, dan pertanian. Komposisi bahan penyalut untuk proses enkapsulasi dapat bervariasi tergantung pada metode yang digunakan dan dapat dibentuk dari bahan tipe alami seperti pati, gelatin, pati termodifikasi dan selulosa, akrilat dan polimer sintetik lainnya (Yusop *et al.*, 2017). Polimer dalam teknologi enkapsulasi bertindak sebagai bahan penyalut, mengisolasi inti dan menghindari efek dari paparan yang tidak memadai. Membran ini melarutkan dirinya melalui stimulus tertentu, melepaskan inti di tempat yang ideal atau pada waktu yang ideal. Teknologi enkapsulasi ini dapat berfungsi sebagai cara yang efektif untuk menciptakan makanan yang tidak hanya sumber nutrisi dengan daya tarik indera tetapi juga sumber kesejahteraan dan kesehatan bagi individu, seperti dengan meningkatkan kadar kalsium untuk mencegah osteoporosis, menggunakan mikroorganisme yang diproduksi asam

laktat untuk menurunkan kolesterol dan menambahkan senyawa fenolik untuk mencegah masalah jantung (Silva *et al.*, 2014). Penelitian ini menggunakan bahan inti asap cair yang dienkapsulasi dengan tujuan agar mudah dalam hal distribusi dan dapat mempertahankan senyawa bioaktif yang ada dalam asap cair.

Keuntungan dari teknik enkapsulasi adalah melindungi dan mengontrol pelepasan bahan aktif. Salah satu teknik enkapsulasi adalah teknik *coacervation*. Teknik ini merupakan enkapsulasi dengan prinsip pembentukan gelasi ionik. *Coacervation* merupakan teknik enkapsulasi yang mudah karena bahan pengkapsul yang digunakan mudah didapat, tidak membutuhkan peralatan yang mahal, dan dapat dilakukan pada suhu ruang. Selain itu pemilihan teknik *coacervation* juga dikarenakan efisiensi enkapsulasi yang tinggi (Palupi *et al.*, 2014). Enkapsulasi dengan teknik *coacervation* memiliki peluang dimana teknik ini potensial yang menggunakan inti lipid untuk membuat partikel nano. Teknik *coacervation* juga dianggap sebagai pemisahan fase cair/cair spontan dalam sistem koloid yang diberikan oleh interaksi elektrostatik antara dua koloid yang bermuatan berlawanan, sehingga memberikannya kemampuan untuk menjadi teknologi mikroenkapsulasi yang unik dan berpeluang tinggi (Aloys *et al.*, 2016). Teknik *coacervation* pertama kali dijelaskan oleh Bungenberg de Jong sebagai fenomena spontan yang terjadi antara dua polimer yang dibebankan dalam larutan air. Netralisasi ini dilakukan untuk menginduksi pemisahan fasa (phase-kaya polimer vs fase air). Teknik *coacervation* juga melibatkan pengurangan tegangan permukaan dalam sistem emulsi, yang mengarah ke lapisan dari bahan inti dengan fase polimer dinetralkan dengan cara terjerat (membentuk dinding). Meskipun spontan, fenomena ini hanya terjadi dalam kondisi yang sangat spesifik. Secara

khusus, itu akan tergantung terutama pada jenis polimer, kepadatan muatan, tegangan permukaan dalam sistem, suhu di mana sistem ini dipertahankan dan dinamika sistem (adukan, pendinginan). Penelitian yang telah dilakukan menggunakan teknik *coacervation* lebih condong mengacu pada aplikasi farmasi. Namun, enkapsulasi asap cair yang mengandung senyawa fenolik ini berbeda secara signifikan dari enkapsulasi obat, peptida atau gen karena sifat fisik intrinsik yang berbeda dari senyawa fenolik, termasuk berat molekul kecil, volatilitas yang tinggi dan sensitivitas terhadap oksidasi dan degradasi (Leclercq *et al.*, 2009). Jenis dan karakteristik enkapsulasi disajikan dalam Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Jenis dan Karakteristik Enkapsulasi

| Jenis Enkapsulasi | Karakteristik | Sumber |
|----------------------------|---|--|
| Teknik <i>Coacervation</i> | Efisiensi enkapsulasi 90%, enkapsulasi yang dihasilkan dengan teknik spray dryer lebih berpori dan dapat memiliki pori-pori di mana oksigen dapat dengan mudah bergerak dan mencapai minyak | Leclercq <i>et al.</i> , (2009) |
| Teknik <i>Coacervation</i> | Rata-rata ukuran kapsul yang dihasilkan dengan metode <i>coacervation</i> sebesar 0,0001 – 0,5 mm | Palupi <i>et al.</i> , (2014) |
| Teknik <i>Coacervation</i> | Konsentrasi suspensi 2,5% ukuran kapsul yang dihasilkan 10 – 20 μm sedangkan pada suspensi 5% lebih besar yaitu sebesar 20 – 30 μm . | Nori <i>et al.</i> , (2011) |
| Teknik <i>Coacervation</i> | Efisiensi enkapsulasi semakin meningkat seiring dengan ditambahkannya pati jagung sebagai pensubstitusi alginat | Ariestya <i>et al.</i> , (2016) ; López Córdoba <i>et al.</i> , (2013) |

Penelitian Leclercq *et al.*, (2009) melaporkan beberapa penelitian yang menunjukkan efisiensi teknik *coacervation* sedikit di atas 90% yang terbentuk dengan menggunakan gelatin dan berbagai polyanions ketika *encapsulating core*

protein. Kemudian beban dilaporkan bervariasi antara 60% dan 90% tanpa menentukan apakah beban ini adalah volatil atau molekul besar seperti obat, dan sebelum atau setelah pengeringan. Kapsul yang dihasilkan menggunakan inti cair mengandung sekitar 80% bahan inti dan 20% material dinding. Tidak ada perbedaan yang substansial antara hasil yang diperoleh untuk bahan inti yang berbeda. Tahapan dalam teknik *coacervation* ini memungkinkan untuk membentuk mikrokapsul yang konsisten, terlepas dari jenis bahan inti dikemas. Beban rasa dalam penelitian tersebut ditentukan dalam kapsul setelah pengeringan dan berada di kisaran 70-85% (massa/massa). Mengingat rasio bahan dinding yang digunakan dalam formulasi, beban teoritis seharusnya sekitar 80% dari inti. Dua senyawa aroma yang digunakan dalam penelitian ini (limonene dan mentol) sangat hidrofobik, dan karena itu kerugian akibat partisi ke dalam fase air yang sangat terbatas. Secara keseluruhan, beban dari aroma di mikrokapsul akhir yang dibentuk oleh teknik *coacervation* tinggi jika dibandingkan dengan metode enkapsulasi lainnya, seperti pengeringan semprot (20%) atau plating (2-7%). Enkapsulasi yang dihasilkan dengan teknik *spray dryer* lebih berpori dan dapat memiliki pori-pori di mana oksigen dapat dengan mudah bergerak dan mencapai minyak. Selain itu, minyak tidak merata dalam enkapsulan tapi mungkin di permukaan atau dekat dengan pori-pori. Sebaliknya, dalam bentuk kapsul *coacervate*, inti minyak seluruhnya dikelilingi oleh dinding, sehingga membatasi cara bagian oksigen dan porositas (Leclercq *et al.*, 2009). Selain penelitian Leclercq *et al.*, (2009), pada penelitian Palupi *et al.* (2014) juga menunjukkan ukuran diameter pada penelitian ini sesuai dengan pernyataan Vasishtha yang menyebutkan rata-rata ukuran kapsul yang dihasilkan dengan metode

coacervation sebesar 0,0001 – 0,5 mm. Konsentrasi suspensi 5% cabai merah terenkapsulasi berukuran sebesar 0,117 – 0,171 mm dan pada suspensi 10% sebesar 0,148 – 0,254 mm. Ukuran kapsul cabai merah pada suspensi 10% lebih besar daripada suspensi 5%. Hal ini menunjukkan semakin tinggi suspensi enkapsulasi, maka ukuran kapsul yang dihasilkan semakin besar. Nori *et al.*, (2011) mengkapsulkan antioksidan yerbamate dengan metode *coacervation* dengan konsentrasi suspensi 2,5% dan 5%. Konsentrasi suspensi 2,5% ukuran kapsul yang dihasilkan 10 – 20 μm sedangkan pada suspensi 5% lebih besar yaitu sebesar 20 – 30 μm . Penelitian lain, Ariestya *et al.*, (2016), López Córdoba *et al.*, (2013) melaporkan bahwa efisiensi enkapsulasi semakin meningkat seiring dengan ditambahkannya pati jagung sebagai substitusi alginat. Peneliti lain menyebutkan penggunaan suspensi rendah akan menghasilkan efisiensi enkapsulasi yang tinggi untuk mengkapsulkan minyak dan flavor. Oleh karena itu dipilih teknik *coacervation* sebagai suatu teknik yang dapat diterapkan dalam hal pembuatan enkapsulasi asap cair dengan variasi bahan penyalut.

2.3 Karakteristik Bahan Penyalut dan Jenis Pengering

Enkapsulasi sangat erat kaitannya dengan bahan penyalut. Bahan penyalut adalah sebuah bahan yang digunakan untuk melapisi, melindungi atau bahkan mengisolasi bahan inti yang memiliki kandungan senyawa bioaktif yang tinggi. Jenis penyalut yang digunakan harus tidak memiliki efek racun dan tidak bereaksi dengan bahan inti (Jayanudin & Rochmadi, 2017). Bahan penyalut ini berpengaruh terhadap keberhasilan proses enkapsulasi yang mana dipengaruhi oleh stabilitas bahan inti, sifat-sifat bahan pelapis dan kesesuaian metode yang digunakan (Eghbal & Choudhary, 2018). Bahan penyalut yang paling umum

adalah hidrokoloid, gusi sayuran, pati dan selulosa yang dimodifikasi, dekstrin dan lipid (Aloys *et al.*, 2016). Komposisi bahan penyalut dalam enkapsulasi dapat bervariasi dan disesuaikan dengan metode yang digunakan. Penggunaan bahan penyalut sebagai bahan enkapsulasi untuk produksi mikrokapsul dapat menghasilkan sifat fisik yang berbeda yang akan tergantung pada struktur dan karakteristik masing-masing bahan penyalut dan bahan penyalut yang berbeda akan menghasilkan perubahan sifat fungsional mikrokapsul (Jayanudin & Rochmadi, 2017). Berikut jenis bahan penyalut yang akan digunakan dalam penelitian enkapsulasi asap cair ini.

Tabel 2.5 Jenis-jenis Bahan Penyalut dan Karakteristiknya

| Bahan Penyalut | Karakteristik | Sumber |
|-----------------------|--|---------------------------------------|
| Alginat | - Polisakarida alami yang tidak beracun yang berasal dari rumput laut coklat dan dicirikan oleh kemampuannya untuk diproses dalam pelarut hidrofilik seperti air | Abdin <i>et al.</i> , (2021) |
| | - Biaya rendah, penggunaan sederhana, biodegradabilitas, biokompatibilitas, kemampuan untuk menjalani asosiasi rantai-rantai dan membentuk gel tiga dimensi dengan adanya kation divalen (misalnya, Ca) | Lozano-Vazquez <i>et al.</i> , (2015) |
| | - Membentuk matriks dengan sifat struktural dan fungsional yang lebih baik dengan penambahan polimer lain sebagai pengisi | |
| Gum Arab | - Sejenis bahan pembawa untuk merangkum komponen sensitif pertimbangankan polisakarida tidak berwarna yang diekstraksi dari akasia dan masih merupakan pilihan yang baik untuk enkapsulasi karena stabil pembentukan emulsi dan retensi yang baik dari volatil | Abdin <i>et al.</i> , (2021) |
| | - Memiliki kemampuan yang baik untuk menyerap rasa volatil dari sekitarnya, hal ini akan membuat gum arab menjadi bahan dinding yang baik | Mahdavi <i>et al.</i> , (2016) |

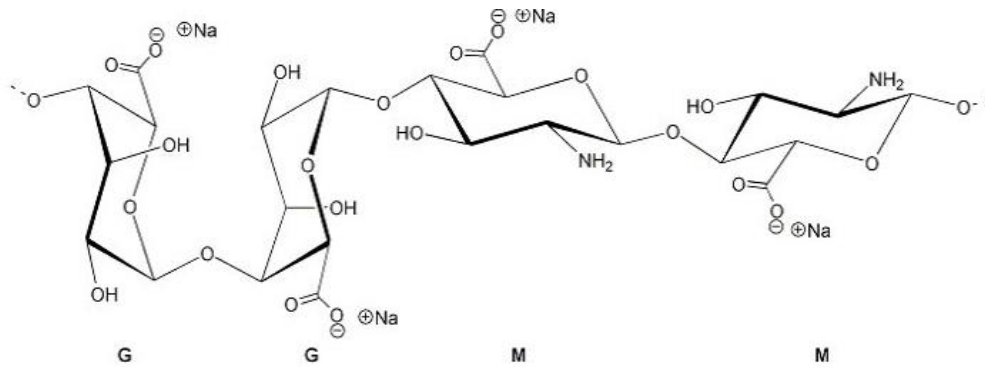
- untuk enkapsulasi rasa
- Viskositas rendah, kelarutan tinggi dan sifat pengemulsi yang baik
- Memiliki formasi emulsi yang stabil dan memiliki retensi yang baik terhadap senyawa volatil
- Memiliki angka percabangan yang tinggi dengan kelompok hidrofilik sehingga dapat dengan mudah menyerap air molekul selama pertimbangan bubuk setelah pengeringan
- Agen enkapsulasi yang efektif dan fraksinya yang mengandung protein, bertanggung jawab untuk aktivitas surfaktan Vuillemin *et al.*, (2019)
- Gum arab sering digunakan sebagai polianion dalam beberapa studi tentang koaservasi kompleks Shaddel *et al.*, (2018)
- Kompleksasi kitosan dengan polisakarida anionik mungkin memiliki sinergi efek, meningkatkan sifat polimer terisolasi dan memungkinkan penggunaan kitosan di berbagai aplikasi dalam industri makanan, termasuk pengiriman senyawa aktif, bahan kemasan, pembentukan sepenuhnya reversibel gel, pengganti lemak dan edible film. Rabelo *et al.*, (2019); Eghbal & Choudhary, (2018)
- Kitosan dipilih sebagai bahan penyalut karena telah banyak digunakan sebagai bahan penyalut untuk membuat mikrokapsul dari berbagai jenis, salah satu contoh kitosan telah digunakan sebagai bahan penyalut enkapsulasi ekstrak daun pohon zaitun (OLE) Yusop *et al.*, (2017)
- Granula pati dalam tapioka bertindak sebagai pendukung struktural untuk memodulasi penyusutan manik dan fraktur permukaan setelah pengeringan Lozano-Vazquez *et al.*, (2015)
- Penggunaan tepung tapioka sebagai pengisi dalam sistem enkapsulasi berbasis alginat merupakan alternatif murah yang cocok untuk memodulasi sifat fisikokimia dan laju pelepasan bioaktifnya

| | | |
|---------------|---|---|
| Maltodekstrin | <ul style="list-style-type: none"> - Manik-manik yang diisi dengan tapioka memiliki diameter yang lebih besar secara signifikan dan kebulatan yang lebih rendah - Tahan terhadap panas atau suhu tinggi, biaya rendah, viskositas rendah pada konsentrasi padatan tinggi, memiliki rasa dan aroma netral dan juga dapat mempertahankan kandungan antioksidan bahan inti, kelarutan tinggi, viskositas rendah, kadar gula rendah dan larutannya tidak berwarna - Maltodekstrin adalah pati terhidrolisis yang banyak digunakan dalam mikroenkapsulasi bahan makanan, dan meningkatkan rasa. Maltodekstrin juga dapat digunakan sebagai bahan dinding untuk enkapsulasi fenolik. Salah satu keuntungan bahan penyalut maltodekstrin adalah tahan terhadap suhu, harga murah, viskositas rendah pada padat tinggi konsentrasi, memiliki rasa dan aroma netral dan juga pelindung antioksidan yang baik. | <p>Abdin <i>et al.</i>, (2021)</p> <p>Petzold <i>et al.</i>, (2014)</p> |
|---------------|---|---|

Berdasarkan Tabel 2.5 macam-macam bahan penyalut yang akan digunakan pada penelitian ini antara lain alginat, gum arab, kitosan, tapioka dan maltodekstrin. Alginat memiliki sifat mampu membentuk matriks dengan sifat struktural dan fungsional yang lebih baik dengan penambahan polimer lain sebagai pengisi (Lozano-Vazquez *et al.*, 2015). Gum arab sering digunakan sebagai polianion dalam beberapa studi tentang koaservasi kompleks (Shaddel *et al.*, 2018). Kitosan memiliki kompleksasi dengan polisakarida anionik mungkin memiliki sinergi efek, meningkatkan sifat polimer terisolasi dan memungkinkan penggunaan kitosan di berbagai aplikasi dalam industri makanan, termasuk pengiriman senyawa aktif, bahan kemasan, pembentukan sepenuhnya reversibel gel, pengganti lemak dan edible film (Rabelo *et al.*, (2019);Eghbal & Choudhary,

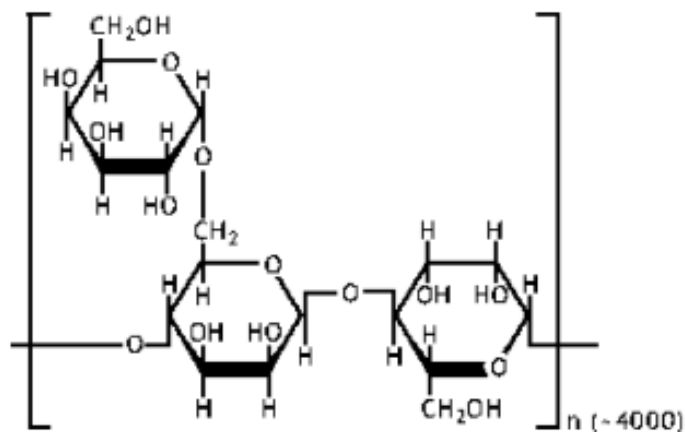
(2018)). Tapioka dapat digunakan sebagai pengisi dalam sistem enkapsulasi berbasis alginat yang merupakan alternatif murah yang cocok untuk memodulasi sifat fisikokimia dan laju pelepasan bioaktifnya (Lozano-Vazquez *et al.*, 2015). Maltodekstrin memiliki manfaat yang baik karena kapasitas pengemulsi yang rendah sehingga perlu penambahan bahan penyalut lain seperti alginat misalnya (Petzold *et al.*, 2014). Dengan keistimewaan masing-masing bahan penyalut diharapkan mampu mendukung enkapsulasi asap cair yang dilakukan dalam penelitian ini. Pemilihan alginat sebagai bahan penyalut utama dilakukan berdasarkan *trial error* yang dilakukan sebelum memulai pendahuluan yang mana bahan penyalut alginat mampu membentuk beads enkapsulasi asap cair dibandingkan dengan bahan penyalut lain.

Alginat termasuk kedalam polimer murni yang tersusun dalam bentuk rantai panjang liner asam uronat. Alginat memiliki berat molekul yang tinggi sehingga mudah menyerap air. Sifat ini mendukung fungsi alginat sebagai bahan pengental (Putriyana *et al.*, 2018). Struktur alginat terdapat gugus hidroksil (-OH) yang berfungsi sebagai antioksidan dan memiliki bioaktivitas antioksidan. Dengan adanya gugus hidroksil ini alginat akan menyumbangkan atom hidrogen (H) saat bereaksi dengan senyawa radikal bebas dengan cara menghambat proses oksidasi melalui mekanisme transfer elektron. Alginat terdiri dari gugus fungsi hidroksil (OH), gugus fungsi karbonil (C=O), dan gugus fungsi karboksil (C-O) (Kamisyah *et al.*, 2020). Struktur molekul alginat disajikan dalam Gambar 2.1.



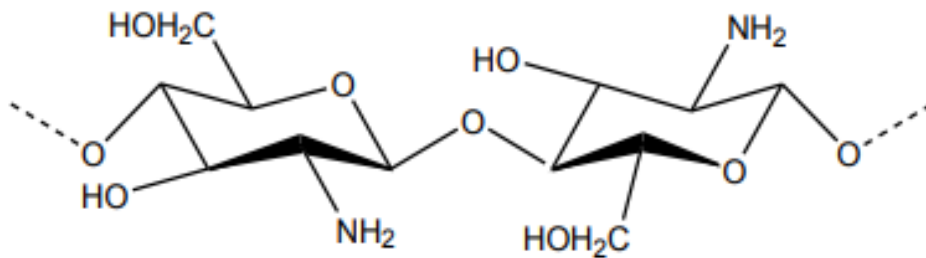
Gambar 2.2 Struktur Molekul Alginat (Putriyana et al., 2018)

Gum arab termasuk kedalam polisakarida non pati yang memiliki karbohidat yaitu D-galaktosa, L-arabinosa dan L-raminosa. Monomer-monomer ini memiliki gugus hidroksil yang mana memiliki sifat mampu mengikat air. Gugus hidroksil (-OH) memiliki sifat hidrofilik yaitu mudah berikatan dengan air, gula, dan komponen yang terekstrak dalam suatu larutan. Sifat ini yang mendukung larutan yang ditambahkan gum arab akan lebih stabil dan tidak mengendap (Jumansyah *et al.*, 2017). Struktur molekul gum arab disajikan dalam Gambar 2.2.



Gambar 2.3 Struktur Molekul Gum Arab (Jumansyah *et al.*, 2017)

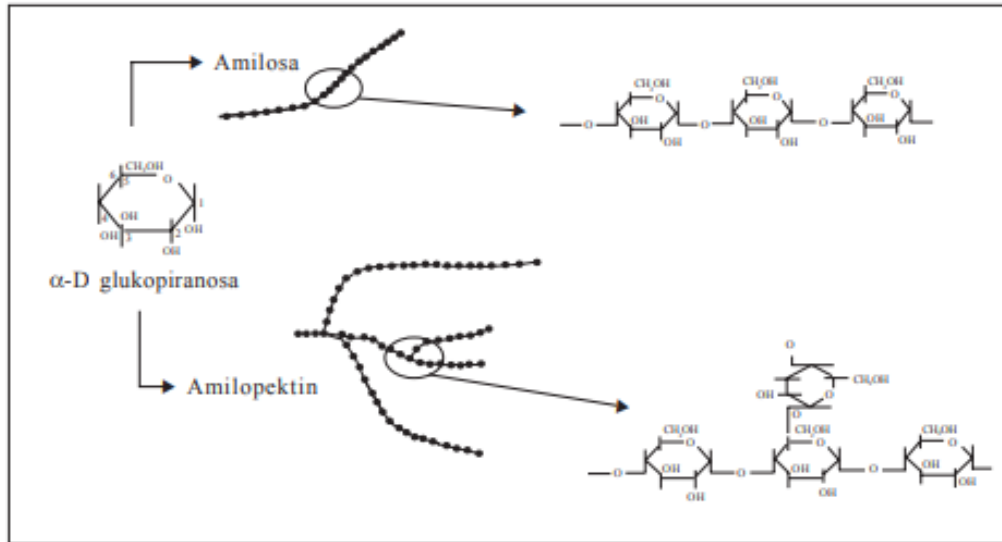
Kitosan merupakan polimer yang didapatkan dari proses deasetilasi kitin. Kitosan termasuk kationik polisakarida yang memiliki rantai linier terdiri dari β -1,4-linked 2-acetamino-2-deoxy- β -Dglucopyranose dan 2-amino-2-deoksi- β -D-glukopiranososa. Kitosan memiliki sifat biocompatibility, biodegradabilitas, non-toksistas, kemampuan pembentukan film, khelasi dan sifat adsorpsi serta memiliki aktivitas antimikroba (Islam *et al.*, 2011).



Gambar 2.4 Struktur Molekul Kitosan (Islam *et al.*, 2011)

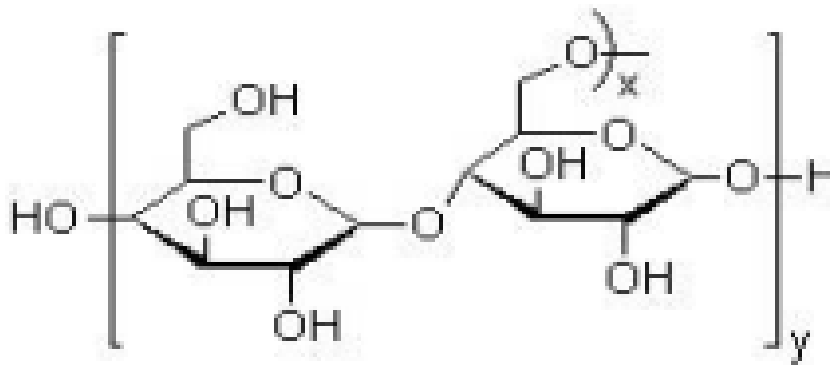
Tapioka berasal dari ubi kayu yang diambil patinya. Tapioka biasanya dimanfaatkan sebagai bahan pangan atau bahan pembantu industri non pangan. Komposisi kimia tapioka terdiri dari pati 73,3-84,9%, lemak 0,08-1,54%, protein 0,03-0,060% dan abu 0,02-0,33%. Pati tapioka terdiri dari 17% amilosa dan 83% amilopektin. Karakteristik tapioka lebih spesifik tergantung pada suhu gelatinisasi, kemampuan mengembang, dan kelarutannya jika dibandingkan dengan pati lain. Tapioka memiliki kemampuan mengembang yang tinggi dibandingkan dengan produk yang lain. Hal ini nantinya akan berpengaruh dengan karakteristik gel yang dihasilkan tapioka cukup kuat dan transparan yang sangat mendukung tapioka dijadikan sebagai komponen bahan pengisi maupun

bahan perekat (Herawati, 2012). Struktur molekul amilosa dan amilopektin yang menyusun tapioka disajikan dalam Gambar 2.4.



Gambar 2.5 Struktur Molekul Amilosa dan Amilopektin (Herawati, 2012)

Maltodekstrin merupakan suatu produk hidrolisis pati parsial dihasilkan dari proses pemotongan rantai pati menggunakan enzim α -amilase melalui ikatan 1,4-glycosidic. Maltodekstrin terdiri dari campuran glukosa, maltosa, oligosakarida dan dekstrin (Meriatna, 2013). Maltodekstrin memiliki karakteristik kelarutan yang tinggi, kekentalan yang stabil baik pada suhu tinggi maupun rendah, membentuk film, higroskopisitas rendah, memiliki daya ikat yang kuat. Maltodekstrin juga memiliki kecerahan lebih tinggi, kekentalan tinggi, gel yang terbentuk jernih dan tekstur gel yang dibentuk lebih lembek (Pentury et al., 2013). Struktur molekul maltodekstrin disajikan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.6 Struktur Molekul Maltodekstrin (Meriatna, 2013)

Selain bahan penyalut, salah satu parameter yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis pengering. Proses enkapsulasi memiliki banyak sekali parameter yang dapat mempengaruhi prosesnya, salah satunya jenis pengering. Jenis pengering yang digunakan mampu mempengaruhi hasil akhir dari enkapsulasi asap cair. Penelitian Palupi *et al.*, (2014) menggunakan suhu ruang atau kering-angin untuk membuat enkapsulasi bubuk cabe merah. Sedangkan *cabinet dryer* adalah alat pengering yang dibuat dengan sistem rak bertingkat. Dengan adanya sistem rak bertingkat ini menyebabkan selama proses pengeringan terjadi pemerataan efek panas yang dapat dirasakan oleh seluruh permukaan bahan dalam kabinet sehingga didapatkan tingkat kekeringan yang seragam dan waktu yang lebih cepat. *Cabinet dryer* memiliki kelebihan teknis seperti design yang mudah diaplikasikan ke dalam industri skala kecil dengan pendekatan teknologi sederhana. *Cabinet dryer* dapat diaplikasikan pada industri kecil berskala rumah tangga. Bahan-bahan yang dibutuhkan untuk membuat *cabinet dryer* manual memiliki harga yang murah dan mudah didapatkan disekitar sehingga dapat meminimalisir biaya pembuatannya (Mardiah *et al.*, 2012). Menurut penelitian

Sushanti (2018) *cabinet dryer* memiliki kelebihan lama dan suhu pengeringan yang dapat dikontrol. Dengan pengendalian suhu dan lama waktu pengeringan ini mutu produk akhir juga dapat terkontrol. Oleh karena itu sebagai variabel dalam penelitian ini pengering *cabinet dryer* digunakan untuk mengeringkan enkapsulasi asap cair.

2.4 Hipotesis

1. Perbedaan bahan penyalut dan jenis pengering mampu mempengaruhi karakteristik fisik enkapsulasi asap cair yang dihasilkan.
2. Perbedaan bahan penyalut dan jenis pengering mampu mempengaruhi karakteristik kimia enkapsulasi asap cair yang dihasilkan.
3. Perbedaan pengaruh bahan penyalut dan jenis pengering mampu mempengaruhi efisiensi enkapsulasi dan loading capacity enkapsulasi asap cair yang dihasilkan.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Tempat penelitian yang digunakan adalah Laboratorium Rekayasa Proses Pengolahan Pangan serta Laboratorium Kimia dan Biokimia Pangan Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknik dan Informatika Universitas PGRI Semarang dan Laboratorium Chem-Mix Pratama Yogyakarta. Penelitian ini dilaksanakan selama 7 bulan dari bulan April-November 2021.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu terdiri dari peralatan utama dan peralatan analisis. Peralatan utama pembuatan enkapsulasi asap cair menggunakan teknik *coacervation* meliputi beaker glass (IWAKI), hetaer-strirer Merk Ika Tipe Hs-7, magnetic stirrer, saringan stainless steel, loyang, alumunium foil, termometer, sendok makan, sudip, *cabinet dryer*, nampan plastik, plastik opp. Sedangkan peralatan analisis meliputi jangka sorong Tricle Brand Tipe 0.05x12°, timbangan analitik Kern:ABS 220-4, oven Memmert UN 55 53L, cawan alumunium, desikator DN 300 Duran 2442069, Double Beam UV Visible Spectrophotometer E-Merck, labu ukur pyrex 100 ml, buret schellbach, vortex tipe MXS Laborarory, seperangkat alat titrasi, tabung reaksi, rak tabung reaksi, pipet volume, erlenmeyer, Chromameter CR-400/410, hunterlab colorFlex EZ spectrophotometer, pompa vacuum, blender kering, lemari asam LAF, pipet volum IWAKI, labu takar IWAKI, corong kaca IWAKI, pompa vacuum, dan pro pipet.

3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi bahan utama dan bahan analisis. Bahan utama dalam pembuatan enkapsulasi asap cair menggunakan metode teknik *coacervation* meliputi asap cair merk La Fronthea yang diproduksi oleh PT. Asap Cair Multiguna MSTP-UNDIP, maltodekstrin DE 10-12 Lihua-RRC Lansida yang didapat dari indoplant, Arabic Gum merk Maoli yang didapat dari Mitra Jaya, kitosan pharmaceutical grade yang didapat dari phyedumedia, sodium alginat food grade yang didapat dari Buanachem, pati tapioka Subur Kimia Jaya, aquades, Casein from bovine milk merk SIGMA dari Muda Berkah, CaCl_2 yang didapat dari Toko Multi Kimia Raya. Sedangkan bahan untuk analisis meliputi aquades yang didapat dari Toko Multi Kimia Raya, NaOH Merck, HCl Merck, indikator Phenolphthalein/PP/Fenolftalein yang didapat dari CV NURRA GEMILANG, asam galat SIGMA dari nitrakimia, Na_2CO_3 Merck, reagen folin ciocalteau Merck, reagen 2,4-dinitrophenyl hydrazine yang didapat dari Sentra Bahan Kimia, aseton Mallincood yang didapat dari Chemix, KOH Rofa, H_2SO_4 Merck, dan alkohol Merck. Bahan-bahan analisis yang digunakan merupakan bahan pro analisis.

3.3 Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan metode rancangan faktorial dengan 2 faktor yaitu faktor pertama bahan penyalut yang terdiri dari alginat, alginat+gum arab, alginat+kitosan, alginat+tapioka, alginat+maltodekstrin masing-masing memiliki perbandingan 1:1 yaitu sebanyak 1,5 gram kecuali alginat sendiri menjadi 3 gram. Faktor kedua jenis pengeringan yang terdiri dari *cabinet dryer* dan kering-angin. Rancangan percobaan penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.1.

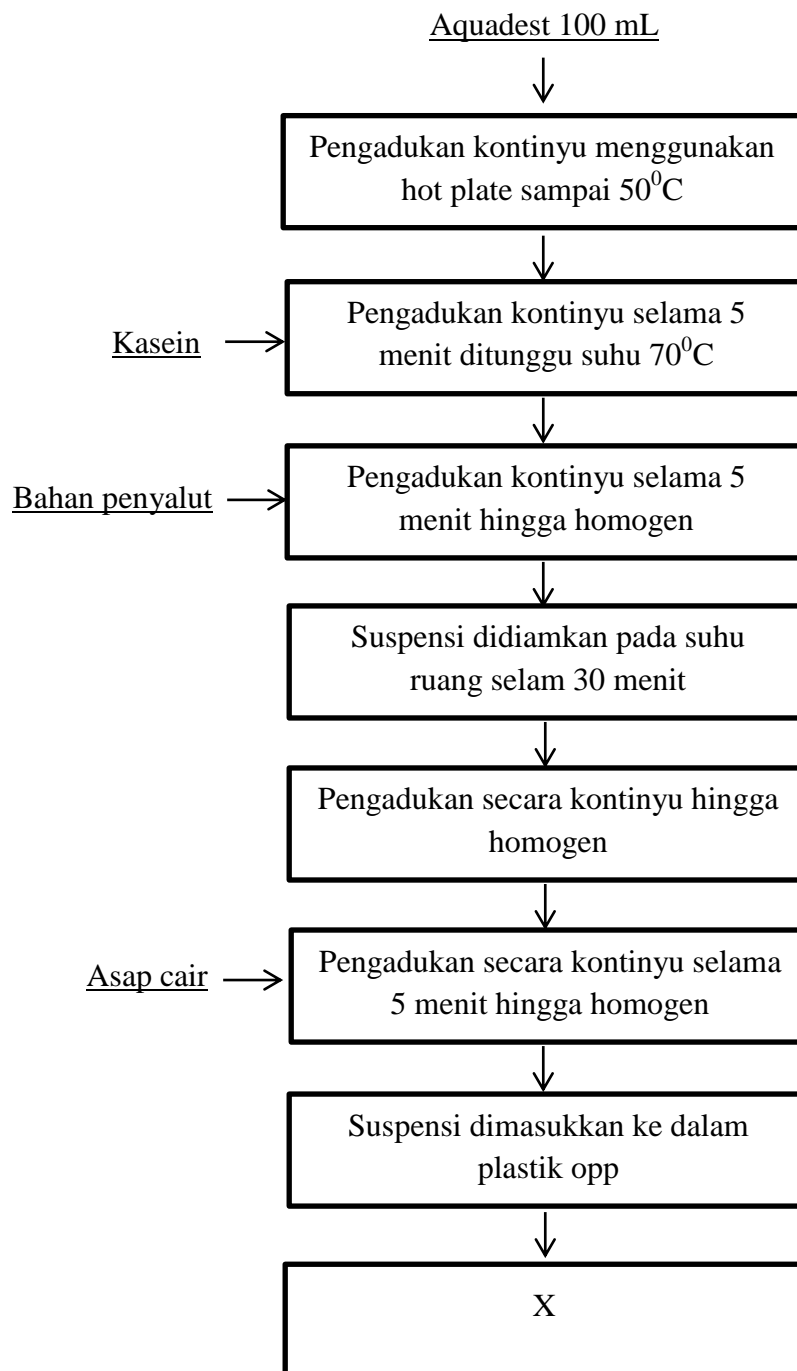
Tabel 3.1 Perbandingan Variasi Bahan Penyalut dan Jenis Pengering Enkapsulasi Asap Cair

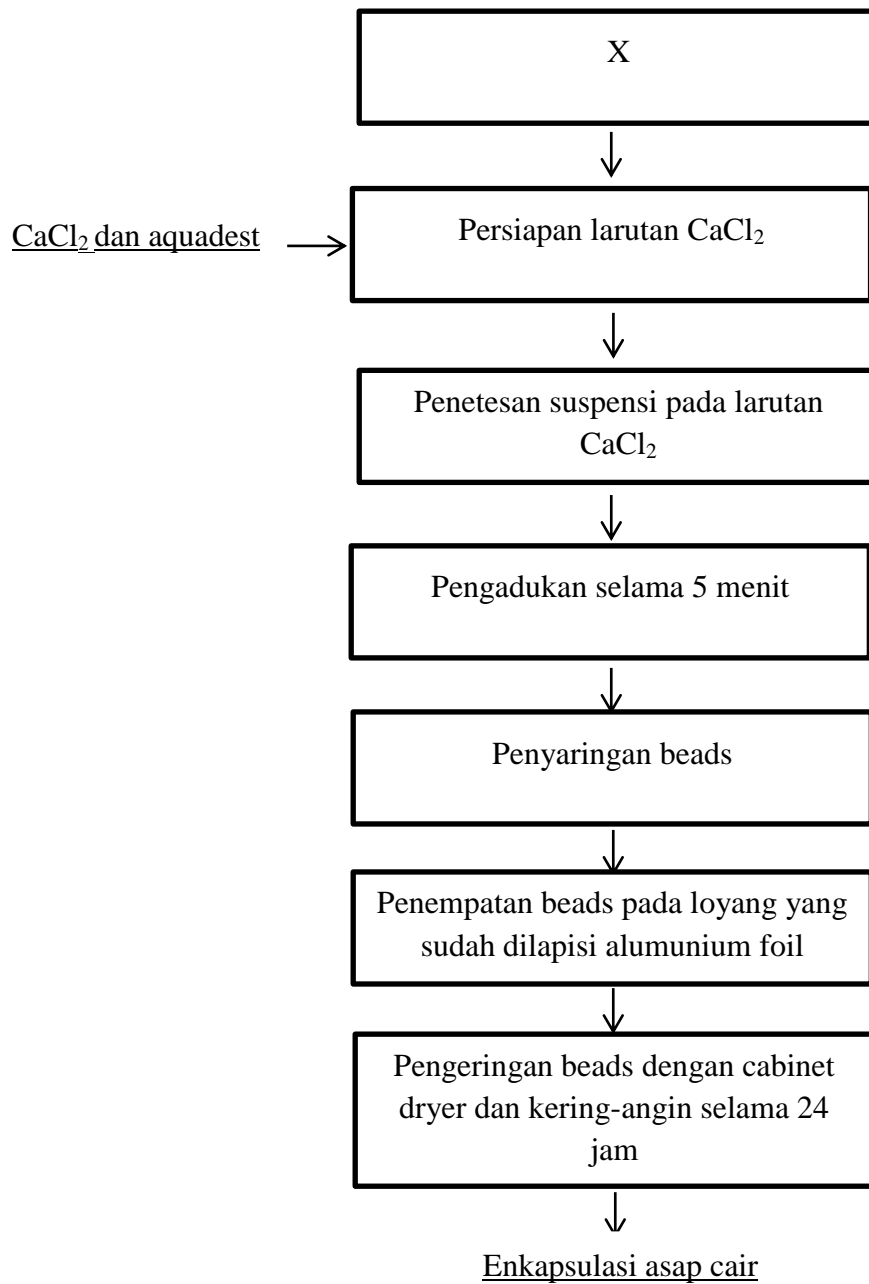
| Bahan Penyalut | Jenis Pengering | |
|----------------------------|---------------------------|-------------------|
| | <i>Cabinet dryer</i> (B1) | Kering-angin (B2) |
| Alginat (A1) | A1B1 | A1B2 |
| Alginat+gum arab (A2) | A2B1 | A2B2 |
| Alginat+kitosan (A3) | A3B1 | A3B2 |
| Alginat+tapioka (A4) | A4B1 | A4B2 |
| Alginat+maltodekstrin (A5) | A5B1 | A5B2 |

3.4 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dimulai dengan membuat enkapsulasi asap cair menggunakan teknik *coacervation* yang dimodifikasi dari metode Palupi *et al.*, (2014) dan Abdin *et al.*, (2021). Tahapan pembuatan enkapsulasi asap cair yaitu dimulai dari menyiapkan 100 mL aquades dalam beaker glass 250 mL dengan pengadukan kontinyu menggunakan hetaer-strirer suhu 50°C dengan kecepatan 500 rpm. Kasein sebanyak 1 gram dimasukkan terlebih dahulu, ditunggu hingga homogen selama 5 menit ($\pm 50^\circ\text{C}$). Selanjutnya bahan penyalut dimasukkan sesuai rancangan percobaan, ditunggu hingga homogen selama 5 menit ($\pm 75^\circ\text{C}$). Setelah homogen suspensi kemudian didiamkan pada suhu ruang selama 30 menit. Selanjutnya suspensi diaduk secara kontinyu menggunakan magnetic stirer. Asap cair sebanyak 1 ml dimasukkan dalam suspensi, diaduk hingga homogen selama 5 menit. Suspensi enkapsulasi asap cair kemudian dimasukkan dalam plastik opp. Selanjutnya disiapkan 100 mL CaCl_2 0,1 M yang diaduk secara kontinyu dengan magnetic stirer. Suspensi enkapsulasi asap cair diteteskan ke dalam larutan CaCl_2 tersebut sehingga dihasilkan *beads* dengan kecepatan sekitar 50 *beads* permenit dan diaduk selama 5 menit. Larutan CaCl_2 yang mengandung *beads* disaring dengan saringan *stainless steel*. *Beads/hidrogel* tersebut ditempatkan pada loyang

yang diberi alas aluminium foil. Selanjutnya dilakukan perlakuan pengeringan yaitu menggunakan *cabinet dryer* dengan suhu 50°C kelembaban 20% dan keringkan-angin pada suhu 30°C kelembaban 75% selama 24 jam. Setelah sampel kering kemudian dianalisis. Proses pembuatan enkapsulasi asap cair dapat dilihat pada Gambar 3.1.





Gambar 3.1 Diagram Alir Proses Pembuatan Enkapsulasi Asap Cair

3.5 Analisis Sampel

3.5.1 Karakteristik fisik

1. Ukuran Kapsul (Palupi et al., 2014)

Sebanyak 10 kapsul diameternya diukur menggunakan alat jangka sorong. Dilakukan 3 kali ulangan. Ukuran rata-rata kapsul dinyatakan sebagai rata-rata diameter volume dalam mm.

2. Analisis Warna (Kaemba *et al.*, 2017)

Analisis warna dilakukan menggunakan hunterlab colorFlex EZ *spectrophotometer*. Uji warna dilakukan dengan sistem warna Hunter L* (warna putih), a* (warna merah), b* (warna kuning). *Chromameter* terlebih dahulu dikalibrasi dengan standar warna putih yang terdapat pada alat tersebut. Hasil analisis derajat putih yang dihasilkan berupa nilai L*, a*, b*. Pengukuran total derajat warna digunakan basis warna putih sebagai standar.

3.5.2 Karakteristik Kimia

1. Kadar Air (AOAC, 2005)

Kadar air partikel ditentukan secara gravimetri dengan pengeringan dalam oven pada suhu 100 °C sampai berat konstan.

2. Kadar Fenol (Ali *et al.*, 2014)

Pengujian Total fenol dilakukan dengan menimbang 0,4 gram mikrokapsul yang diencerkan dalam 10 mL aquades, diambil 1 mL dan diencerkan lagi dalam 10 mL (faktor pengenceran = 250 ×). Diambil 1 mL hasil pengenceran dalam tabung reaksi kemudian ditambahkan 1 mL Na₂CO₃ jenuh dan biarkan 10 menit pada suhu kamar. Dihomogenisasi

reagen *folin ciocialeau* 1 mL dan 7,5 mL aquades, dihomogenkan dengan vortex kemudian dibiarkan selama 30 menit pada suhu kamar. Sampel ini diukur pada panjang gelombang 770 nm. Tingkat fenol sampel dihitung berdasarkan persamaan kurva standar asam galat yang diperoleh dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Total Fenol (\%)} = \frac{x \cdot 1000 \cdot \text{volume sampel} \cdot 100}{1000 \cdot \text{berat sampel}}$$

x didapat dalam persamaan $y = ax + b$ dalam kurva standar

3. Total Asam (AOAC, 1990)

Penentuan total asam menggunakan metode titrasi. Langkah-langkah metode titrasi antara lain: pengambilan 1 mL asap cair ditambah 100 mL aquadest dan digojog sampai homogen. Kemudian dari larutan terakhir diambil 1 mL dan diencerkan sampai 100 mL. Setelah homogen dititrasi dengan 3 tetes indikator pp. Titrasi dengan NaOH 0,1 N sampai berwarna merah muda. Setelah semua homogen hitung total asam dengan rumus:

$$\% \text{ asam asetat} = \left[\left(\text{ml NaOH} \times \text{N NaOH} \times \text{BM asam asetat} \times \text{fp} \right) / \text{mg sampel} \right] \times 100\%$$

4. Total Karbonil

Analisis total karbonil dilakukan dengan metode colormetric menurut Lappin & Clark, (1951), yang dimulai dengan pengambilan 1 mL asap cair dan diencerkan 25 mL, dari larutan terakhir ini diambil 1 mL dan diencerkan sampai 100 mL, kedua dilakukan pengambilan 1 mL hasil pengenceran tersebut, lalu dicampur dengan 1 mL 2,4-dinitrophenylhidrazine dan 1 tetes HCl pekat, ketiga pemanasan selama 30 menit pada suhu 50° C, keempat campuran didinginkan dan ditambah 8

mL larutan KOH 1 N, kelima ditera absorbansinya pada panjang gelombang 480 nm. Selanjutnya pembuatan kurva standar: aseton murni 1,265 mL diencerkan sampai 100 mL, diambil 1 mL dan diencerkan sampai 100 mL. Kemudian diambil 10 mL dan diencerkan sampai 20 mL (konsentrasi terakhir adalah 50 ppm, yang disebut larutan A). Larutan dibuat seperti berikut :

- 0,0 mL larutan A + 1,0 mL aquadest = 0 ppm
- 0,1 mL larutan A + 0,9 mL aquadest = 5 ppm
- 0,2 mL larutan A + 0,8 mL aquadest = 10 ppm
- 0,3 mL larutan A + 0,7 mL aquadest = 15 ppm
- 0,4 mL larutan A + 0,6 mL aquadest = 20 ppm
- 0,5 mL larutan A + 0,5 mL aquadest = 25 ppm
- 0,6 mL larutan A + 0,4 mL aquadest = 30 ppm
- 0,7 mL larutan A + 0,3 mL aquadest = 35 ppm
- 0,8 mL larutan A + 0,2 mL aquadest = 40 ppm
- 0,9 mL larutan A + 0,1 mL aquadest = 45 ppm
- 1,0 mL larutan A + 0,0 mL aquadest = 50 ppm

Selanjutnya setiap larutan ditambah dengan 1 mL 2,4 – dinitrophenylhidrazine dan 1 tetes HCl pekat, dipanaskan selama 30 menit pada suhu 50°C, kemudian campuran didinginkan dan ditambah 8 mL larutan KOH 1 N, setelah semuanya selesai lalu ditera absorbansinya pada panjang gelombang 480 nm.

$$\text{Rumus \% karbonil} = [(X \times fp) / \text{mg sampel}] \times 100 \%$$

3.5.3 Efisiensi Enkapsulasi

Efisiensi enkapsulasi dapat dihitung berdasarkan total fenol. Perhitungan efisiensi enkapsulasi dihitung sebagai rasio antara kadar fenol dalam mikrokapsul asap cair dengan kadar fenol dalam asap cair dengan rumus tertentu (Belščak-Cvitanović *et al.*, 2011).

$$\text{Rumus Efisiensi Enkapsulasi (\%)} = \frac{\text{fenol mikrokapsul}}{\text{Fenol awal}} \times 100\%$$

3.5.4 Loading capacity

Loading capacity (L) merupakan berat fenol dalam mikrokapsul asap cair (KT) per berat mikrokapsul (W) (Yang *et al.*, 2014). *Loading capacity* dapat dihitung dengan KT dibagi W.

$$\text{Rumus Loading Capacity (\%)} = \frac{\text{Berat fenol dalam mikrokapsul}}{\text{Berat Mikrokapsul}} \times 100\%$$

$$\text{Berat fenol dalam mikrokapsul} = \% \text{ fenol} \times \text{berat mikrokapsul}$$

3.6 Analisis Data

Data dianalisis menggunakan Analisis Keragaman (ANOVA) oneway untuk membandingkan bahan penyalut dan Independent-Samples T-Test untuk membandingkan jenis pengering. Apabila terdapat perbedaan maka dilakukan uji DMRT dengan taraf kepercayaan 95%. Analisa data dengan menggunakan bantuan software computer SPSS versi 21. Selanjutnya setelah semua analisis dilakukan uji *pearson correlation* untuk melihat seberapa erat hubungan antar analisis yang dilakukan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Fisik

4.1.1 Ukuran Kapsul

Ukuran kapsul merupakan salah satu parameter keberhasilan enkapsulasi. Ukuran kapsul dapat diukur menggunakan jangka sorong yang dapat menampilkan diameter dari kapsul. Ukuran kapsul didapat dengan cara mencari rata-rata dari berbagai kapsul yang telah dihasilkan dari proses enkapsulasi (Palupi *et al.*, 2014). Menurut Hernández-Fernández *et al.*, (2020) faktor penting yang dapat mempengaruhi kapasitas penyerapan zat aktif dalam proses mikroenkapsulasi salah satunya yaitu ukuran partikel atau ukuran kapsul dan PDI (*Polydispersity Index*). PDI adalah ukuran lebar distribusi dari ukuran partikel (Hernández-Fernández *et al.*, 2020). Duhoranimana *et al.* (2018) juga mengungkapkan bahwa salah satu faktor yang diminati dalam pembuatan *coacervation* dan mikrokapsul adalah distribusi ukuran yang seragam. Ukuran kapsul enkapsulasi asap cair disajikan pada Tabel 4.1 dan hasil enkapsulasi dapat dilihat pada Gambar 4.1.

Tabel 4.1 Ukuran Partikel Asap Cair Terenkapsulasi (mm)

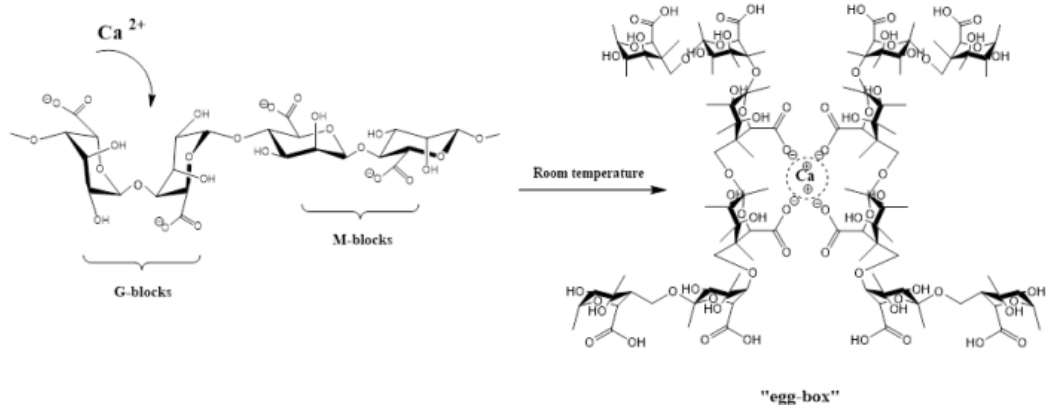
| Bahan Penyalut | Jenis Pengering | |
|-----------------------|--------------------------|--------------------------|
| | <i>Cabinet dryer</i> | Kering-angin |
| Alginat | 2,53±0,43 ^{bA} | 2,30±0,53 ^{bcA} |
| Alginat+Gum arab | 2,18±0,88 ^{aA} | 1,82±0,54 ^{Aa} |
| Alginat+Kitosan | 2,45±0,54 ^{abA} | 2,65±0,62 ^{Da} |
| Alginat+Tapioka | 2,36±0,59 ^{abA} | 2,55±0,74 ^{cdA} |
| Alginat+Maltodekstrin | 2,58±0,64 ^{bA} | 2,18±0,53 ^{Bb} |

Keterangan : Superskrip huruf kecil pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P < 0,05$) yang diuji menggunakan One Way Anova. Superskrip huruf kapital pada baris yang sama menunjukkan tidak beda nyata ($P < 0,05$) yang diuji menggunakan Independent-Samples T Test.

Ukuran kapsul asap cair terenkapsulasi yang dihasilkan pada Tabel 4.1 menunjukkan bahwa bahan penyalut alginat berbeda nyata dengan bahan penyalut alginat+gum arab pada jenis pengering *cabinet dryer*. Sedangkan bahan penyalut alginat berbeda nyata dengan bahan penyalut alginat+gum arab dan alginat+kitosan pada jenis pengering kering-angin. Ukuran kapsul asap cair terenkapsulasi tertinggi didapat pada bahan penyalut alginat+maltodekstrin (2,58±0,64 mm) untuk jenis pengering *cabinet dryer* dan bahan penyalut alginat+kitosan (2,65±0,62 mm) untuk jenis pengering kering-angin. Sedangkan ukuran kapsul terendah didapat pada bahan penyalut alginat+gum arab (2,18±0,88 mm) untuk jenis pengering *cabinet dryer* dan (1,82±0,54 mm) kering-angin. Perbedaan ukuran kapsul yang dihasilkan dalam pembuatan enkapsulasi asap cair ini dipengaruhi oleh perbedaan interaksi antara bahan penyalut. Alginat sebagai kontrol memiliki kemampuan dalam membentuk matriks *egg box* yang mana dapat mempengaruhi kapsul yang dihasilkan sehingga lebih kokoh (Rokka *et al.*, 2010 dalam Palupi *et al.*, 2014). *Egg box* adalah struktur tiga dimensi yang terbentuk dengan adanya interaksi antara rantai karbon guluronate (Blok G) dengan multivalen cation (Ca^{2+}) (Agüero *et al.*, 2017). *Egg box* ini nantinya akan

terbentuk ketika alginat berinteraksi dengan bahan penyalut yang lain sehingga menghasilkan komponen yang kokoh ataupun lemah dalam penyalutan asap cair. Perpaduan dua bahan penyalut membuat interaksi antar dua bahan penyalut dengan sifatnya masing-masing yang dapat mempengaruhi ukuran kapsul. Maltodekstrin memiliki sifat kelarutan dalam air yang tinggi (Mahdavi *et al.*, 2016), sedangkan alginat cenderung menyerap air (Palupi *et al.*, 2014). Namun maltodekstrin juga memiliki sifat bulking dan mampu membentuk film sehingga saat pembuatan suspensi dengan alginat, maltodekstrin lebih memiliki kemampuan membentuk film bersama alginat dan kapsul yang dihasilkan besar (Kurniasih *et al.*, 2016). Kitosan memiliki kemampuan dapat mempertahankan kelembapan dan dapat menunda proses kristalisasi saat proses pengeringan berlangsung yang mana dengan kemampuan ini air didalam partikel dapat menguap (Kurniasih *et al.*, 2016). Penggabungan penyalut kitosan dan alginat menyebabkan interaksi ionik karena berbeda muatan. Interaksi yang terjadi diantara kedua bahan penyalut ini akan membentuk kompleksasi polielektrolit. Dengan adanya interaksi ini pada saat pembuatan suspensi kitosan membentuk matriks dengan alginat dan kapsul yang dihasilkan besar (Jayanudin & Rochmadi, 2017). Struktur gum arab memiliki beberapa cabang peptida. Cabang peptida ini nantinya akan mempengaruhi sifat gum arab sebagai pengemulsi yang mana jika menempel pada tetesan bahan utama enkapsulasi yang terkandung dalam emulsi akan menghasilkan partikel yang lebih kecil (Makouie *et al.*, 2020). Selain itu gum arab memiliki keunikan yaitu kelarutannya tinggi tetapi viskositasnya rendah (Sahlan *et al.*, 2019). Interaksi yang dihasilkan antara alginat dan gum arab ini akan menyebabkan alginat bekerja ekstra untuk membentuk matriks box

sedangkan gum arab sendiri tidak memiliki kemampuan yang dapat mempertahankan ukuran kapsul, sehingga perpaduan bahan penyalut gum arab dan alginat ini menghasilkan ukuran partikel yang lebih kecil dibandingkan dengan perpaduan bahan penyalut yang lain. Selain itu dijelaskan juga dalam Fernandes *et al.* (2014) bahwa partikel enkapsulasi yang dihasilkan oleh gum arab akan memiliki permukaan yang lebih halus dan lebih banyak lipatan.



Gambar 4.1 Bentuk Struktur *Egg Box* (Agüero *et al.*, 2017)

Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu, penelitian Palupi *et al.*, (2014) menjelaskan tentang enkapsulasi cabai merah menggunakan bahan penyalut alginat dan tapioka terfotooksidasi menghasilkan ukuran kapsul yang semakin menurun dengan penambahan tapioka terfotooksidasi sebagai substitusi alginat. Karakteristik tapioka terfotooksidasi yang memiliki indeks kelarutan dalam air sebesar 5,22% dibandingkan dengan alginat yang cenderung menyerap air menyebabkan menurunnya ukuran kapsul enkapsulasi yang dihasilkan. Interaksi yang dihasilkan antara alginat dan tapioka terfotooksidasi menyebabkan kapsul yang dihasilkan kurang kokoh. Penelitian Duhoranimana *et al.*, (2018) menjelaskan tentang CLA yang di enkapsulasi menggunakan gelatin dan CMC dengan rasio inti/dinding yang berbeda yaitu 1:1, 2:1 dan 3:1. Hasil dari penelitian

ini mengungkapkan ukuran partikel yang dihasilkan berkisar antara 5-200 μm , kemudian ukuran partikel akan meningkat sesuai dengan penurunan pH. Menurut Hernández-Fernández *et al.*, (2020) ukuran partikel penting dan mempengaruhi kapasitas penyerapan zat aktif. Dalam penelitian mikroenkapsulasi vanila oleoresin menggunakan bahan penyalut kitosan dan gum arab menghasilkan ukuran partikel terbaik antara 45-895 nm. Penelitian Novianty *et al.*, (2015) menjelaskan ukuran mikropartikel yang dihasilkan dari enkapsulasi asap cair tempurung kelapa menggunakan alginat adalah 16,56 nm-1224 μm . Ukurannya bervariasi karena sel mikropartikel menggumpal. Selain itu, Petzold *et al.*, (2014) mengungkapkan diameter kapsul yang dibentuk dengan ca-alginat dan ca-alginat+kitosan adalah sekitar 4 mm (pengamatan visual). Hal ini sesuai dengan penelitian enkapsulasi asap cair menggunakan variasi bahan penyalut dan jenis pengering yang berkisar antara 1,82 sampai 2,58 mm.

Ukuran kapsul asap cair terenkapsulasi yang dihasilkan pada Tabel 4.1 menunjukkan bahwa jenis pengering *cabinet dryer* berbeda nyata dengan jenis pengering kering-angin pada bahan penyalut alginat+maltodekstrin. Sedangkan bahan penyalut yang lain tidak berbeda nyata antara jenis pengering *cabinet dryer* dan kering-angin. Bahan penyalut alginat, alginat+gum arab, dan alginat+maltodekstrin yang menggunakan jenis pengering *cabinet dryer* lebih tinggi hasil ukuran kapsul dibandingkan dengan jenis pengering kering-angin. Sedangkan untuk bahan penyalut alginat+kitosan dan alginat+tapioka menghasilkan ukuran partikel lebih tinggi menggunakan jenis pengering kering-angin. Hal ini dikarenakan suhu yang digunakan dalam *cabinet dryer* lebih stabil dan konstan yaitu 50°C sedangkan jika dikering-angin suhunya lebih rendah yaitu

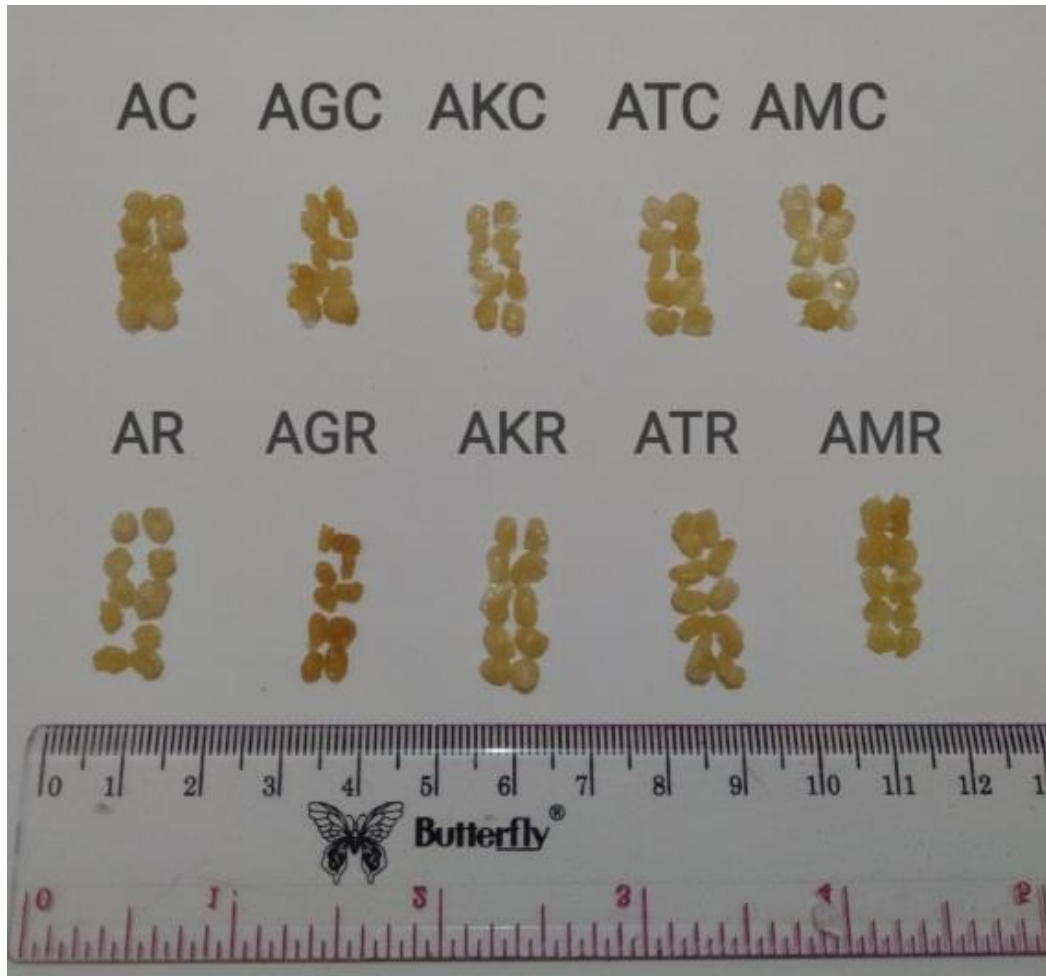
30°C sehingga agak susah kering dan bisa juga dikarenakan oleh hal sekitar atau faktor lain yang menyebabkan ukuran kapsul yang dihasilkan berbeda. Selain itu faktor lain yang mungkin dapat menyebabkan perbedaan hasil ukuran kapsul adalah kelembaban. Pengeringan kering-angin memiliki kelembaban 75% sedangkan pengeringan *cabinet dryer* memiliki kelembaban 20%. Perbedaan kelembaban pada proses pengeringan akan berpengaruh terhadap kecepatan udara pengering.

Menurut Widyasanti *et al.* (2018) tingkat rasio kelembaban dipengaruhi oleh peningkatan kecepatan udara pengering yang nantinya akan mengurangi waktu yang diperlukan. Pada kecepatan udara tinggi, air terikat didalam bahan akan lebih cepat keluar menuju permukaan bahan yang kemudian akan dihembuskan menuju lingkungan. Selain kecepatan udara pengeringan, laju penguapan air juga mempengaruhi ukuran kapsul. Pengeringan mampu mempengaruhi ukuran kapsul karena semakin tinggi suhu pengeringan maka laju penguapan air tinggi sehingga kapsul cepat kering. Hal ini dikarenakan suhu yang tinggi dapat menyebabkan panas yang digunakan untuk mengeringkan bahan lebih cepat merambat ke permukaan bahan sehingga akan menguapkan air di dalam bahan (Purwanti *et al.*, 2017). Saat dikeringkan dengan *cabinet dryer* yang memiliki suhu lebih tinggi dibandingkan dengan kering-angin, alginat dapat mempertahankan matriks yang dibentuknya sehingga menghasilkan ukuran kapsul yang lebih besar dibandingkan dengan kering-angin. Gum arab saat ditambahkan dengan alginat, cenderung larut dalam alginat dan membentuk matriks yang cenderung lebih kecil jika dibandingkan dengan gabungan bahan penyalut lain, akan tetapi ternyata kemampuan alginat dalam mempertahankan bentuknya atau

ukuran kapsulnya dalam suhu tinggi lebih dominan saat ditambahkan dengan kitosan sehingga ukuran kapsul yang dihasilkan oleh *cabinet dryer* lebih tinggi dibandingkan dengan kering-angin. Maltodekstrin ditambahkan alginat mampu membentuk matriks *egg box* dengan alginat sehingga saat dikeringkan pada suhu yang lebih tinggi kapsul yang dihasilkan memiliki ukuran yang lebih tinggi dibandingkan dengan kering-angin. Kitosan memiliki sifat dapat menunda proses kristalisasi pada saat proses *spray drying*. Selain itu, kitosan juga memiliki kemampuan untuk mempertahankan kelembaban selama proses pengeringan yang membuat air didalam partikel mudah menguap (Kurniasih *et al.*, 2016). Sedangkan alginat sendiri memiliki sifat yang dapat menyerap air (Palupi *et al.*, 2014). Saat kitosan ditambahkan dengan alginat cenderung lebih dominan sifat kitosan pada alginat sehingga membuat ukuran kapsul yang dihasilkan lebih tinggi pada proses pengeringan kering-angin. Penambahan tapioka dengan alginat menyebabkan tapioka cenderung larut dalam air daripada membentuk matriks dengan alginat dan kapsul yang dihasilkan lebih kecil. Disini dapat dilihat ketika alginat ditambahkan dengan tapioka, alginat tidak mampu mempertahankan ukuran kapsul saat suhu tinggi yaitu pada saat pengeringan *cabinet dryer* berbeda saat alginat ditambahkan gum arab yang cenderung dapat mempertahankan ukuran kapsulnya saat pengeringan *cabinet dryer*. Hal ini mungkin disebabkan oleh aktifitas alginat yang dihambat oleh tapioka sehingga tidak mampu mempertahankan ukuran kapsul pada saat pengeringan suhu tinggi dan menyebabkan kapsul yang dihasilkan lebih tinggi pada saat kering-angin.

Selain bahan penyalut dan jenis pengering yang dapat mempengaruhi ukuran kapsul asap cair terenkapsulasi yang dihasilkan, salah satu parameter lain

yang dapat mempengaruhi ukuran kapsul asap cair terenkapsulasi adalah viskositas. Viskositas memiliki kemampuan menahan suatu cairan untuk mengalir karena adanya adsorpsi dan pengembangan dari koloid. Menurut Purnomo *et al.*, (2016) viskositas bahan yang akan digunakan dapat mempengaruhi nilai rendemen, viskositas yang tinggi dapat mengganggu proses atomisasi sehingga mengakibatkan droplet yang dihasilkan besar dan panjang sehingga kecepatan pengering berkurang menyebabkan bubuk mikroenkapsulan menempel pada tabung spray dryer dan rendemen yang dihasilkan rendah. Parameter lain yaitu proses homogenisasi. Dalam pembentukan emulsi, proses homogenisasi merupakan tahap yang penting untuk mendapatkan stabilitas emulsi yang baik yang nantinya akan berpengaruh terhadap nilai efisiensi enkapsulasi. Kecepatan pengadukan yang belum maksimal juga dapat menyebabkan ukuran partikel tidak merata. Viskositas yang tinggi dari bahan penyalut dapat menyebabkan ukuran partikel menjadi lebih besar. Dalam penelitian ini dapat dilihat pada bahan penyalut alginat-gum arab kering-angin menghasilkan mikrokapsul yang lebih kecil dibandingkan dengan bahan penyalut lain yaitu 1,82 mm. Hal ini dikarenakan gum arab memiliki viskositas yang rendah. Selain alginat-gum arab ada juga alginat-maltodekstrin yang menghasilkan ukuran kapsul kecil hampir sama dengan alginat-gum arab yaitu 2,18 mm. Produk terbaik pada parameter ukuran kapsul yaitu alginat-gum arab kering angin dengan ukuran kapsul 1,82 mm.



Gambar 4.2 Hasil Asap Cair Terenkapsulasi

Keterangan :

| | |
|---|--|
| AC = Alginat-Cabinet dryer | AR = Alginat-Kering angin |
| AGC = Alginat+gum arab-Cabinet dryer | AGR = Alginat+gum arab-Kering angin |
| AKC= Alginat+kitosan-Cabinet dryer | AKR= Alginat+kitosan-Kering angin |
| ATC= Alginat+tapioka-Cabinet dryer | ATR= Alginat+tapioka-Kering angin |
| AMC=Alginat+maltodekstrin-Cabinet dryer | AMR=Alginat+maltodekstrin-Kering angin |

Gambar 4.1 menunjukkan hasil asap cair terenkapsulasi dengan variasi bahan penyalut dan jenis pengering. Berdasarkan gambar tersebut dapat dilihat ukuran kapsul yang dihasilkan. Kode AGR atau alginat+gum arab kering angin memiliki ukuran kapsul yang lebih kecil dibandingkan yang lainnya yaitu $1,82 \pm 0,54$ mm. Sedangkan kode AKR atau alginat+kitosan kering-angin memiliki ukuran kapsul yang lebih besar dibandingkan yang lainnya yaitu $2,65 \pm 0,62$ mm.

4.1.2 Warna

Warna merupakan atribut penting dalam industri makanan yang mempengaruhi penerimaan produk pangan oleh konsumen (Maryam, 2015). Nilai L^* menunjukkan derajat kecerahan atau *lightness* yang memiliki nilai 0 hingga 100. Semakin mendekati 100 maka semakin cerah sampel yang diukur, namun bila mendekati nilai 0 maka akan semakin gelap atau mendekati hitam. Nilai L^* menyatakan cahaya pantul yang menghasilkan warna kromatik putih abu-abu dan hitam. Nilai a^* menyatakan kromatik campuran merah hijau, dengan nilai a^* positif dari 0 sampai +100 mengindikasikan warna merah dan a^* negatif dari 0 sampai -80 mengindikasikan warna hijau. Sedangkan b^* menyatakan kromatik campuran kuning-biru dengan nilai b^* positif dari 0 sampai +70 mengindikasikan warna kuning dan b^* negatif dari 0 sampai -70 mengindikasikan warna biru (Good, 2002 dalam Palupi *et al.*, 2014). Asap cair umumnya memiliki warna kuning sampai coklat kehijauan. Warna ini dipengaruhi oleh adanya fenol dan karbonil yang terkandung dalam asap cair (Budaraga *et al.*, 2016). Pada kasus mikroenkapsulasi biasanya terjadi perubahan warna parameter yang dikaitkan dengan penambahan agen pelapis. Selain itu dikaitkan juga dengan kandungan fenol dan karbonil dalam asap cair tersebut (Li *et al.*, 2018). Hasil analisis warna nilai L^* dapat dilihat pada Tabel 4.2. Analisis warna nilai a^* dapat dilihat pada Tabel 4.3. Analisis warna nilai b^* dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.2 Nilai L* Asap Cair Terenkapsulasi

| Bahan Penyalut | Jenis Pengering | |
|-----------------------|--------------------------|---------------------------|
| | <i>Cabinet dryer</i> | Kering-angin |
| Alginat | 43,53±2,76 ^{aA} | 46,73±1,85 ^{cA} |
| Alginat+Gum arab | 44,13±2,67 ^{aA} | 35,93±1,85 ^{aB} |
| Alginat+Kitosan | 45,20±0,61 ^{aA} | 41,67±1,58 ^{bb} |
| Alginat+Tapioka | 49,23±1,56 ^{bA} | 45,63±1,76 ^{cB} |
| Alginat+Maltodekstrin | 54,53±2,02 ^{cA} | 43,57±1,85 ^{bcB} |

Keterangan : Superskrip huruf kecil pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P < 0,05$) yang diuji menggunakan One Way Anova. Superskrip huruf kapital pada baris yang sama menunjukkan tidak beda nyata ($P < 0,05$) yang diuji menggunakan Independent-Samples T Test.

Berdasarkan Tabel 4.2 nilai L* asap cair terenkapsulasi sebesar 35,93-54,53 yang menunjukkan bahwa kecerahan asap cair terenkapsulasi mendekati 0 yang mana menandakan warna enkapsulasi cenderung kurang cerah atau kusam. Penggunaan bahan penyalut alginat menunjukkan intensitas nilai L* berbeda nyata dengan bahan penyalut alginat+tapioka dan alginat+maltodekstrin pada jenis pengering *cabinet dryer*. Sedangkan pada jenis pengering kering angin bahan penyalut alginat menunjukkan intensitas nilai L* berbeda nyata dengan bahan penyalut alginat+gum arab dan alginat+kitosan. Nilai L* tertinggi terdapat pada bahan penyalut alginat+maltodekstrin dengan jenis pengering *cabinet dryer* (54,53±2,02) dan terendah pada bahan penyalut alginat (43,53±2,76), sedangkan untuk jenis pengering kering angin nilai L* tertinggi terdapat pada bahan penyalut alginat (46,73±1,85) dan terendah pada bahan penyalut alginat+gum arab (35,93±1,85). Penambahan bahan penyalut dapat mempengaruhi warna enkapsulasi yang dihasilkan (Li *et al.*, 2018). Penambahan maltodekstrin dengan alginat sebagai bahan penyalut membuat kecenderungan nilai kecerahan pada enkapsulasi meningkat karena warna dari maltodekstrin yang cerah bahkan cenderung putih dibandingkan dengan bahan penyalut lain. Selain berwarna cerah, saat dijadikan

larutan maltodekstrin cenderung tidak berwarna (Mahdavi *et al.*, 2016) sehingga saat ditambahkan dengan alginat tidak menurunkan tingkat kecerahan suspensi. Sedangkan gum arab memiliki warna yang cenderung coklat sehingga menghasilkan kecerahan yang rendah atau cenderung kusam jika ditambahkan dengan alginat sehingga menghasilkan suspensi yang lebih kusam. Dalam penelitian Silva *et al.*, (2014) menjelaskan bahwa penggunaan gum arab dalam mikroenkapsulasi ekstrak jaboticaba memiliki nilai yang rendah terhadap saturasi warna jika dibandingkan dengan penggunaan maltodekstrin sehingga menunjukkan terjadinya kehilangan warna saat penambahan gum arab.

Nilai L^* asap cair terenkapsulasi yang dihasilkan berdasarkan Tabel 4.2, menunjukkan bahwa bahan penyalut alginat tidak berbeda nyata antara jenis pengering *cabinet dryer* dan kering-angin. Sedangkan bahan penyalut yang lain menunjukkan nilai L^* yang berbeda nyata antara jenis pengering *cabinet dryer* dan kering-angin. Bahan penyalut alginat menghasilkan nilai L^* yang lebih tinggi pada pengering kering-angin ($46,73 \pm 1,85$) dibandingkan dengan *cabinet dryer* ($43,53 \pm 2,76$). Hal ini menunjukkan bahwa pengering kering-angin menghasilkan warna yang lebih cerah dibandingkan dengan pengering *cabinet dryer*. Sedangkan bahan penyalut lain lebih tinggi nilai L^* atau kecerahan pada pengering *cabinet dryer* dibandingkan dengan kering-angin. Hal ini terjadi akibat perbedaan suhu yang digunakan saat pengeringan. Pengeringan menggunakan *cabinet dryer* yang memiliki suhu 50°C lebih mampu mempertahankan warnanya dibandingkan dengan kering-angin yang memiliki suhu 30°C . Selain itu pengeringan menggunakan *cabinet dryer* mampu menghasilkan sampel yang cepat kering sehingga saat waktu pengeringan selesai yaitu 24 jam, pengeringan *cabinet dryer*

cenderung menunjukkan hasil yang lebih kering dari pada pengering kering-angin. Pengeringan kering-angin yang dilakukan selama 24 jam dapat mengakibatkan terjadinya oksidasi antara udara sekitar sampel dengan kulit terluar dari sampel sehingga menghasilkan warna yang sedikit gelap atau tidak cerah. Dengan terjadinya oksidasi atau penguapan selama pengeringan kering-angin dapat menyebabkan perubahan warna (Selmi *et al.*, 2013).

Tabel 4.3 Nilai a* Asap Cair Terenkapsulasi

| Bahan Penyalut | Jenis Pengering | |
|-----------------------|--------------------------|--------------------------|
| | <i>Cabinet dryer</i> | Kering-angin |
| Alginat | 11,50±2,61 ^{bA} | 4,63±0,29 ^{aB} |
| Alginat+Gum arab | 11,60±1,01 ^{bA} | 14,40±0,53 ^{eB} |
| Alginat+Kitosan | 9,40±1,35 ^{bA} | 12,73±1,22 ^{dB} |
| Alginat+Tapioka | 3,90±0,90 ^{aA} | 6,83±0,68 ^{bB} |
| Alginat+Maltodekstrin | 3,40±0,00 ^{aA} | 9,60±0,26 ^{cB} |

Keterangan : Superskrip huruf kecil pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P < 0,05$) yang diuji menggunakan One Way Anova. Superskrip huruf kapital pada baris yang sama menunjukkan tidak beda nyata ($P < 0,05$) yang diuji menggunakan Independent-Samples T Test.

Berdasarkan Tabel 4.3, nilai a* asap cair terenkapsulasi berada pada kisaran 3,40-14,40 yang mana berarti cenderung mengarah ke warna merah. Bahan penyalut alginat menunjukkan nilai a* yang berbeda nyata dengan bahan penyalut alginat+tapioka dan alginat+maltodekstrin yang digunakan pada pengering *cabinet dryer*. Sedangkan pada pengering kering-angin bahan penyalut alginat berbeda nyata dengan semua bahan penyalut yang digunakan. Nilai a* tertinggi pada jenis pengering *cabinet dryer* terdapat pada bahan penyalut alginat+gum arab (11,60±1,01) dan terendah pada bahan penyalut alginat+maltodekstrin (3,40±0,00). Sedangkan nilai a* tertinggi pada jenis pengering kering-angin terdapat pada bahan penyalut alginat+gum arab (14,40±0,53) dan terendah pada bahan penyalut alginat (4,63±0,29). Penambahan gum arab yang cenderung

berwarna agak coklat ini mempengaruhi warna merah pada enkapsulasi yang dihasilkan. Dengan warna yang agak coklat ketika ditambahkan dengan alginat, gum arab menyumbangkan warna merah yang dihasilkan dalam enkapsulasi asap cair ini. Menurut Silva *et al.*, (2014) penambahan gum arab akan mempengaruhi saturasi warna yang dihasilkan dalam pembuatan enkapsulasi. Selain didukung oleh bahan utama yang cenderung berwarna coklat, penambahan bahan penyalut mempengaruhi hasil akhir dari warna enkapsulasi yang dihasilkan (Li *et al.*, 2018).

Nilai a^* yang dihasilkan oleh asap cair terenkapsulasi berdasarkan Tabel 4.3 menunjukkan bahwa bahan penyalut alginat dengan jenis pengering *cabinet dryer* berbeda nyata dengan jenis pengering kering-angin, begitu juga dengan bahan penyalut yang lain cenderung berbeda nyata antara jenis pengering *cabinet dryer* dan kering-angin. Bahan penyalut alginat lebih tinggi nilai a^* pada jenis pengering *cabinet dryer* ($11,50 \pm 2,61$) dibandingkan dengan jenis pengering kering-angin ($4,63 \pm 0,29$). Namun berbeda dengan bahan penyalut yang lain dimana jenis pengering kering-angin menghasilkan nilai a^* yang lebih tinggi atau lebih merah dibandingkan dengan jenis pengering *cabinet dryer*. Hal ini mungkin disebabkan oleh tingkat kecerahan hasil asap cair yang terenkapsulasi pada pengering kering-angin rendah sehingga cenderung mengeluarkan atau membiaskan warna merah dibandingkan dengan hasil dari pengering *cabinet dryer* yang cenderung lebih rendah warna merahnya karena memiliki tingkat kecerahan tinggi. Namun demikian hal ini tidak sesuai dengan teori menurut Syamsir & Honestin, (2009) yang menyebutkan bahwa intensitas warna kromatik merah akan lebih tinggi

apabila suhu yang digunakan lebih tinggi. Hal ini mungkin terjadi dikarenakan faktor-faktor luar yang tidak terukur dalam penelitian ini.

Tabel 4.4 Nilai b* Asap Cair Terenkapsulasi

| Bahan Penyalut | Jenis Pengering | |
|-----------------------|---------------------------|---------------------------|
| | <i>Cabinet dryer</i> | Kering-angin |
| Alginat | 41,77±0,76 ^{bcA} | 43,73±2,11 ^{abA} |
| Alginat+Gum arab | 46,40±2,19 ^{cA} | 44,33±1,45 ^{abA} |
| Alginat+Kitosan | 45,60±3,16 ^{bcA} | 46,97±0,42 ^{bA} |
| Alginat+Tapioka | 41,53±3,06 ^{bA} | 43,73±3,45 ^{abA} |
| Alginat+Maltodekstrin | 31,00±2,42 ^{aA} | 40,43±2,31 ^{abA} |

Keterangan : Superskrip huruf kecil pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P < 0,05$) yang diuji menggunakan One Way Anova. Superskrip huruf kapital pada baris yang sama menunjukkan tidak beda nyata ($P < 0,05$) yang diuji menggunakan Independent-Samples T Test.

Berdasarkan Tabel 4.4 nilai b* asap cair terenkapsulasi berada pada kisaran 46,97-31,00 yang berarti lebih mengarah ke warna kuning. Bahan penyalut alginat menunjukkan nilai b* berbeda nyata dengan alginat+maltodekstrin pada jenis pengering *cabinet dryer* sedangkan bahan penyalut alginat tidak berbeda nyata dengan bahan penyalut lainnya pada jenis pengering kering-angin. Nilai b* tertinggi terdapat pada bahan penyalut alginat+gum arab (46,40) dan terendah pada bahan penyalut alginat+maltodekstrin (31,00) dengan pengering *cabinet dryer*. Sedangkan pada pengering kering-angin nilai b* tertinggi pada bahan penyalut alginat+kitosan (46,97) dan terendah pada bahan penyalut alginat dan maltodekstrin (40,43) pada pengering kering angin. Pada penelitian Budaraga *et al.*, (2016) dijelaskan bahwa asap cair memiliki warna yang cenderung kuning sampai coklat kehijauan. Hal ini yang mempengaruhi nilai b* pada enkapsulasi asap cair yang dihasilkan lebih mengarah ke warna kuning. Selain bahan utama bahan penyalut juga mempengaruhi warna hasil dari enkapsulasi. Perpaduan alginat+gum arab sebagai bahan penyalut dilihat dari warna gum arab yang

mengarah ke coklatan sedangkan alginat yang berwarna putih tentunya mempengaruhi hasil akhir warna enkapsulasi terutama nilai b^* . Dibandingkan dengan perpaduan alginat+maltodekstrin yang memiliki warna cenderung sama-sama putih, alginat+gum arab akan lebih menyumbangkan warna kuning dalam enkapsulasi asap cair ini sehingga warna akhir yang dihasilkan menunjukkan nilai b^* pada bahan penyalut alginat+gum arab lebih tinggi dibandingkan dengan bahan penyalut lain. Sedangkan untuk alginat+maltodekstrin menghasilkan nilai b^* terendah dibandingkan yang lain dikarenakan warna asli atau bawaan dari kedua bahan penyalut yang mampu mempengaruhi nilai b^* enkapsulasi asap cair yang dihasilkan. Jika dibandingkan dengan alginat+tapioka, alginat+maltodekstrin memiliki nilai b^* yang lebih rendah mungkin disebabkan oleh kecerahan maltodekstrin yang lebih tinggi dibandingkan dengan tapioka sehingga menyebabkan alginat+maltodekstrin lebih mempengaruhi turunnya nilai b^* pada enkapsulasi yang dihasilkan. Menurut penelitian Yuliawaty & Susanto, (2015) penggunaan maltodekstrin yang dicampurkan dengan ekstrak daun mengkudu memberikan warna yang cerah karena maltodekstrin memiliki warna yang cenderung putih. Selain itu penggunaan maltodekstrin yang semakin banyak juga mempengaruhi berkurangnya warna merah dari minuman instan daun mengkudu yang dihasilkan karena pengaruh warna putih dari maltodekstrin. Bahan penyalut alginat+kitosan yang memiliki nilai b^* lebih tinggi pada jenis pengering kering-angin bisa disebabkan oleh banyaknya pigmen kuning yang terkandung dalam enkapsulasi yang tidak sebanding dengan warna perpaduan alginat+kitosan yang cenderung putih. Sehingga warna putih ini tidak mempengaruhi warna kuning dari

asap cair sehingga dibandingkan dengan yang lainnya nilai b^* alginat+kitosan pada pengering kering-angin lebih tinggi dibandingkan yang lain.

Nilai b^* asap cair terenkapsulasi pada Tabel 4.4 menunjukkan bahwa perbedaan jenis pengering berbeda nyata pada bahan penyalut alginat+maltodekstrin. Sedangkan untuk bahan penyalut yang lain menunjukkan tidak berbeda nyata antara jenis pengering *cabinet dryer* dan kering-angin. Jenis pengering kering-angin memiliki nilai b^* yang tinggi dibandingkan *cabinet dryer* pada bahan penyalut kecuali alginat+maltodekstrin yang menunjukkan nilai b^* yang tinggi pada jenis pengering *cabinet dryer* (46,40). Menurut Yuliaty & Susanto (2015), umumnya pigmen dalam bahan dapat rusak jika lama pengeringan dan suhu pengeringan tinggi. Sehingga semakin tinggi suhu yang digunakan untuk mengeringkan enkapsulasi maka warna akan semakin coklat. Berbeda dengan hasil penelitian ini yang menunjukkan bahwa nilai b^* atau cenderung warna kuning lebih tinggi pada jenis pengering kering-angin dibandingkan dengan pengering *cabinet dryer*. Hal ini bisa terjadi karena reaksi oksidasi selama proses kering-angin berlangsung antara kulit luar asap terenkapsulasi dengan udara sekitar sehingga menyebabkan hasil enkapsulasi asap cair cenderung lebih kuning kecoklatan.

Selain dipengaruhi oleh bahan penyalut dan jenis pengering, warna juga dipengaruhi oleh kadar air. Menurut Kurniawan, (2020) kadar air yang semakin naik akan menyebabkan penggumpalan dan akan menyebabkan warna semakin gelap, oleh karena itu kadar air sangat mempengaruhi warna produk. Dalam penelitian Kurniawan, (2020) gula semut yang dihasilkan cenderung berwarna coklat gelap seiring dengan kenaikan kadar air. Hal ini terjadi karena adanya

reaksi pencoklatan non enzimatis yaitu reaksi maillard. Reaksi maillard ini dipengaruhi oleh kadar air yang berperan penting dalam tahap reaksi maillard. Parameter warna terbaik terdapat pada sampel alginat *cabinet dryer* dan alginat-gum arab *cabinet dryer* karena memiliki nilai L, a*, b* yang hampir sama. Kapsul asap cair terenkapsulasi akan lebih membiaskan cahaya pada kadar air yang lebih rendah dan juga ukuran kapsul yang lebih kecil. Hal ini erat kaitannya dengan pembiasan cahaya yang mengenai kapsul. Saat indera penglihatan kita melihat kapsul yang lebih kecil maka cahaya yang akan dibiaskan oleh kapsul akan semakin banyak sehingga mengakibatkan warna cenderung lebih cerah sedangkan jika kadar air tinggi maka kapsul akan cenderung menggumpal, gumpalan tersebut nantinya akan membuat pembiasan kapsul asap cair menjadi sedikit dan akan terlihat lebih gelap. Menurut Hastuti, (2012) berdasarkan persamaan Bragg, jika seberkas sinar-x dijatuhkan pada sampel kristal maka bidang kristal tersebut akan membiaskan sinar-x yang memiliki panjang gelombang sama dengan jarak antar kisi dalam kristal tersebut. Sinar yang dibiaskan akan ditangkap oleh detektor kemudian diterjemahkan dan ditampilkan sebagai puncak difraksi pada monitor. Semakin banyak bidang kristal yang terdapat dalam sampel semakin kuat hasil intensitas pembiasan cahaya.

4.2 Karakteristik kimia

4.2.1 Kadar Air

Kadar air enkapsulasi adalah banyaknya air yang terkandung dalam mikrokapsul. Kadar air ini merupakan salah satu parameter penentu kualitas mikrokapsul yang dihasilkan dari proses enkapsulasi (Khasanah *et al.*, 2015). Menurut Mahdavi *et al.*, (2016) pengukuran kadar air merupakan hal penting yang

berhubungan dengan efisiensi pengeringan. Mahdavi *et al.*, (2016) juga mengungkapkan bahwa jenis bahan penyalut mempengaruhi kadar air partikel yang dihasilkan. Kadar air enkapsulasi asap cair disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Kadar Air Asap Cair Terenkapsulasi (%)

| Bahan Penyalut | Jenis Pengering | |
|-----------------------|-------------------------|--------------------------|
| | <i>Cabinet dryer</i> | Kering-angin |
| Alginat | 7,92±0,10 ^{aa} | 22,25±0,58 ^{cb} |
| Alginat+Gum arab | 7,54±0,14 ^{aa} | 18,35±0,67 ^{ab} |
| Alginat+Kitosan | 8,42±0,81 ^{aa} | 20,82±0,63 ^{bb} |
| Alginat+Tapioka | 7,90±1,46 ^{aa} | 19,10±0,42 ^{ab} |
| Alginat+Maltodekstrin | 8,65±1,24 ^{aa} | 22,95±2,05 ^{cb} |

Keterangan : Superskrip huruf kecil pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P < 0,05$) yang diuji menggunakan One Way Anova. Superskrip huruf kapital pada baris yang sama menunjukkan tidak beda nyata ($P < 0,05$) yang diuji menggunakan Independent-Samples T Test.

Kadar air asap cair terenkapsulasi yang disajikan dalam Tabel 4.5 menunjukkan bahwa bahan penyalut alginat tidak berbeda nyata dengan bahan penyalut lain pada pengering *cabinet dryer*. Sedangkan bahan penyalut alginat berbeda nyata dengan bahan penyalut alginat+gum arab, alginat+kitosan, dan alginat+tapioka pada pengering kering-angin. Kadar air tertinggi terdapat pada bahan penyalut alginat+maltodekstrin (8,65±1,24%) dan terendah pada bahan penyalut alginat+gum arab (7,54±0,14%) pada pengering *cabinet dryer* dan (22,95±2,05% & 18,35±0,67%) pada pengering kering-angin. Hal ini tidak sesuai dengan sifat bahan penyalut yang mana menurut Sumanti *et al* 2015 dalam Sarofa & Saraswati, (2021) maltodekstrin terdiri dari butiran hidrofilik. Molekul maltodekstrin memiliki banyak gugus hidroksil sehingga dapat mengikat air bebas pada bahan. Sedangkan alginat menurut Palupi *et al.*, (2014) memiliki kemampuan untuk mengikat air yang tinggi. Saat alginat berinteraksi dengan maltodekstrin, maltodekstrin lebih dapat mengikat air bebas dibandingkan dengan

alginat yang dapat mempertahankan air yang ada didalam bahan, sehingga menyebabkan kadar air mikrokapsul atau hasil enkapsulasi asap cair memiliki kadar air yang rendah. Berbeda dengan gum arab yang memiliki sifat sama dengan alginat yang mana dapat menahan lebih banyak kelembaban selama pengeringan menyebabkan kadar air yang dihasilkan algiat+gum arab memiliki nilai yang tinggi. Ketidaksesuaian hasil penelitian dengan teori bahan penyalut pada penelitian sebelumnya mungkin disebabkan oleh hal lain yang tidak terukur misal tinggi rendahnya suhu yang digunakan maupun kelembaban yang digunakan selama proses pengeringan. Kering-angin memiliki kelembaban 75% sedangkan *cabinet dryer* memiliki kelembaban 20%. Kadar air yang dihasilkan oleh kering-angin lebih tinggi dibandingkan dengan *cabinet dryer*. Hal ini dikarenakan kelembaban yang berbeda pada proses pengeringan akan berpengaruh terhadap kecepatan udara pengering. Tingkat rasio kelembaban dipengaruhi oleh peningkatan kecepatan udara pengering dan akan mengurangi waktu pengeringan (Widyasanti *et al.* 2018). Selain itu mungkin proses tahapan enkapsulasi dapat mempengaruhi kadar air yang dihasilkan sehingga belum sesuai dengan teori pada penelitian sebelumnya. Pengering yang digunakan untuk mengeringkan sampel asap cair terenkapsulasi menggunakan dua pengering yang berbeda yaitu kering-angin dan *cabinet dryer* dengan waktu yang sama, suhu dan kelembaban yang berbeda. Pemilihan waktu pengeringan yang sama mungkin menyebabkan sampel pada pengering kering-angin belum cukup kering sehingga menghasilkan kadar air yang lebih tinggi. Penelitian selanjutnya mungkin disarankan untuk lebih berfokus pada hasil pengeringan sampel asap cair

terenkapsulasi sampai benar-benar kering sehingga tidak mempengaruhi proses selanjutnya.

Penelitian-penelitian terdahulu seperti Palupi *et al.* (2014) menunjukkan kadar air kapsul cabai merah berkisar 18,53%-20,61% dengan menggunakan metode gravimetri oven. Hal ini sesuai dengan penelitian ini pada jenis pengering kering-angin karena memang menggunakan teknik *coacervation* dan pengering yang sama yaitu kering-angin yang memiliki kadar air sekitar 22,95%-18,35%, hanya saja jenis bahan utama yang berbeda yaitu asap cair dan cabai merah. Penelitian Fernandes *et al.* (2014) menunjukkan kadar air mikroenkapsulasi minyak esensial rosemary berkisar antara 1,40% hingga 3,56% dengan menggunakan metode gravimetri oven. Penelitian Kurniasih *et al.* (2016) menjelaskan bahwa bahan penyalut dapat mempengaruhi kadar air mikrokapsul. Dalam penelitiannya penambahan kitosan sebagai bahan penyalut dapat menurunkan kadar air asap cair terenkapsulasi yang mana awalnya menggunakan maltodekstrin $12,93 \pm 0,13\%$ menjadi $12,09 \pm 0,07\%$ saat menggunakan kitosan. Hal ini diduga karena kitosan dapat meningkatkan zat padat terlarut larutan asap cair sebelum masuk ke pengeringan menggunakan spray drying. Dalam penelitian Sukri *et al.*, (2021) kadar air enkapsulasi propolis berkisar antara 4,65-7,71% menggunakan metode AOAC. Nilai kadar air ini hampir sama dengan penelitian enkapsulasi asap cair ini yang mana memiliki kadar air berkisar antara 7,54-8,65%. Perbedaan dari penelitian Sukri *et al.*, (2021) dengan penelitian ini terdapat pada jenis pengering, dia menggunakan spray drying sedangkan penelitian ini menggunakan *cabinet dryer*. Hal ini menunjukkan bahwa pengeringan *cabinet dryer* dapat digunakan dalam pembuatan enkapsulasi.

Kadar air asap cair terenkapsulasi dilihat dari perbedaan pengering pada Tabel 4.5 menunjukkan bahwa bahan penyalut alginat dengan jenis pengering *cabinet dryer* dan kering-angin memiliki nilai yang berbeda nyata begitupun dengan bahan penyalut yang lain. Kadar air yang dihasilkan oleh pengering kering-angin cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan pengering *cabinet dryer*. Hal ini disebabkan oleh suhu yang digunakan berbeda yaitu suhu pengering *cabinet dryer* 50⁰C sedangkan kering-angin pada suhu ruang 30⁰C sedang lama waktu 24 jam. Kadar air biasanya berkaitan dengan laju penguapan air. Laju penguapan air adalah jumlah air yang teruapkan pada sampel (Purwanti *et al.*, 2017). Laju penguapan air dipengaruhi oleh suhu yang mana suhu pengeringan tinggi maka akan menyebabkan laju penguapan air tinggi. Hal ini dikarenakan suhu yang tinggi dapat menyebabkan panas yang digunakan untuk mengeringkan bahan lebih cepat merambat ke permukaan bahan sehingga akan menguapkan air di dalam bahan (Purwanti *et al.*, 2017). Air yang terdapat pada lapisan bahan penyalut asap cair terenkapsulasi masih berpotensi mengalami penguapan selama proses pengeringan. Sehingga menghasilkan kadar air lebih tinggi pada suhu yang rendah dan kadar air rendah pada suhu tinggi. Menurut Sarofa & Saraswati, (2021) peningkatan suhu pemanasan cenderung menurunkan kadar air karena semakin tinggi suhu pemanasan, semakin banyak molekul air menguap dari bahan kering. Begitu juga dengan Purwanti *et al.*, (2017) yang menjelaskan bahwa semakin lama waktu dan tinggi suhu yang digunakan saat pengeringan maka semakin tinggi penurunan kadar air. Hal tersebut dikarenakan suhu pengering yang semakin tinggi akan mengakibatkan semakin besar energi panas yang

dibawa udara sehingga jumlah massa cairan yang diuapkan dari permukaan bahan yang diuapkan semakin banyak.

Nilai kadar air yang dihasilkan dalam penelitian ini kemungkinan lebih besar dari kadar air seharusnya. Hal ini kemungkinan terjadi karena senyawa volatile dalam asap cair terenkapsulasi ikut menguap dan terhitung sebagai kadar air. Penelitian selanjutnya disarankan menggunakan metode kadar air *Azeotropic Distillation*. *Azeotropic Distillation* adalah suatu metode yang digunakan untuk menghitung kadar air bahan yang mudah menguap.

4.2.2 Kadar Fenol

Fenol merupakan senyawa yang terdiri dari cincin aromatik yang dihasilkan oleh tumbuhan yang mengandung satu atau dua gugus hidroksil. Gugus aromatik pada senyawa fenol biasanya memiliki kemampuan sebagai peredam sinar ultraviolet yang kuat. Senyawa fenol ini nantinya cenderung larut dalam air karena sering terikat dengan glikosida (Budaraga IK *et al.*, 2016). Menurut Putra (2010) dalam Andiana *et al.*, (2020), senyawa fenol dapat menghambat kerusakan pangan karena memiliki sifat sebagai antioksidan. Dalam penelitian Permanasari, (2020), fenol merupakan hasil penguraian dari lignin. Pengaplikasian asap cair pada makanan perlu disesuaikan dengan kandungan fenol yang dapat dikonsumsi (Permanasari, 2020). Analisis pelepasan fenol menunjukkan persentase zat aktif (fenol) dilepaskan dari kapsul. Hal ini penting untuk menentukan sejauh mana pelepasan zat aktif dari sistem enkapsulasi dan juga untuk memastikan apakah aktif zat masih dapat berfungsi atau tidak (Novianty *et al.*, 2015). Selain itu kadar fenol dipilih dalam pengujian karena senyawa bioaktif yang dibutuhkan sebagai antibakteri dalam mikroenkapsulasi asap cair (Ariestya *et al.*, 2016). Senyawa

fenol yang berperan terhadap aroma asap adalah siringol sedangkan yang berperan terhadap rasa asap adalah guaiakol. Kadar fenol enkapsulasi asap cair disajikan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Kadar Fenol Asap Cair Terenkapsulasi (%)

| Bahan Penyalut | Jenis Pengering | |
|-----------------------|-------------------------|--------------------------|
| | Cabinet dryer | Kering-angin |
| Alginat | 2,23±0,07 ^{cA} | 0,87±0,05 ^{bB} |
| Alginat+Gum arab | 1,65±0,08 ^{bA} | 0,75±0,03 ^{aB} |
| Alginat+Kitosan | 3,20±0,09 ^{dA} | 2,05±0,03 ^{cB} |
| Alginat+Tapioka | 1,36±0,01 ^{aA} | 0,81±0,01 ^{abB} |
| Alginat+Maltodekstrin | 1,28±0,12 ^{aA} | 0,75±0,10 ^{aB} |

Keterangan : Superskrip huruf kecil pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P < 0,05$) yang diuji menggunakan One Way Anova. Superskrip huruf kapital pada baris yang sama menunjukkan tidak beda nyata ($P < 0,05$) yang diuji menggunakan Independent-Samples T Test.

Berdasarkan Tabel 4.6, kadar fenol asap cair terenkapsulasi memiliki kisaran 0,75-3,20%. Kadar fenol asap cair terenkapsulasi pada bahan penyalut alginat menunjukkan berbeda nyata dengan jenis bahan penyalut yang lain, sedangkan alginat+tapioka tidak berbeda nyata dengan alginat+maltodekstrin untuk jenis pengering *cabinet dryer*. Jenis pengering kering-angin menunjukkan bahan penyalut alginat tidak berbeda nyata dengan alginat+tapioka, namun berbeda nyata dengan bahan penyalut yang lain. Alginat+gum arab tidak berbeda nyata dengan alginat+tapioka dan alginat+maltodekstrin. Total fenol tertinggi pada jenis pengering *cabinet dryer* terdapat pada bahan penyalut alginat+kitosan (3,20±0,09%) dan terendah terdapat bahan penyalut alginat+maltodekstrin (1,28±0,12%). Total fenol tertinggi untuk jenis pengering kering-angin terdapat pada bahan penyalut alginat+kitosan (2,05±0,03%) dan terendah pada bahan penyalut alginat+gum arab (0,75±0,03%). Hasil total fenol enkapsulasi asap cair ini lebih tinggi jika dibandingkan penelitian Ariestya *et al.*, (2016) yang mengenkapsulasi asap cair dengan dekstrin dengan total fenol 0,42-0,98%. Begitu

juga dengan penelitian Saloko *et al.*, (2013), enkapsulasi asap cair pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan kadar fenol mikroenkapsulasi tempurung kelapa pada penelitian Saloko *et al.*, (2013) yaitu 2,08%. Bahan penyalut alginat+kitosan memiliki total fenol yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan penyalut lain baik pada pengering *cabinet dryer* maupun kering-angin. Hal ini disebabkan oleh ikatan yang terbentuk antara alginat dan kitosan mampu melindungi senyawa fenol dalam kapsul. Penelitian Anbinder *et al.*, (2011) menjelaskan bahwa penggabungan bahan penyalut alginat dan kitosan memberikan efek yang sangat luar biasa yaitu terbentuknya kompleks polielektrolit. Dengan adanya kompleks polielektrolit ini alginat+kitosan mampu terperangkap senyawa fenol lebih banyak dibandingkan dengan bahan penyalut lain. Asap cair dengan karakteristik cairan yang mengandung beberapa senyawa *volatile* terutama fenol saat ditambahkan dengan bahan penyalut alginat+kitosan mampu terperangkap atau masuk ke dalam bahan penyalut tersebut sehingga dapat membungkus asap cair dengan kuat agar terbentuk kapsul. Total fenol tertinggi ini sesuai dengan penelitian Kurniasih *et al.*, (2016) yang menyatakan bahwa kitosan lebih mampu melindungi asap cair setelah diperangkap dibandingkan dengan maltodekstrin. Bahan penyalut alginat+gum arab yang menghasilkan total fenol terendah dalam pengering kering-angin mungkin dapat disebabkan oleh kurangnya ikatan yang terjalin diantara alginat dan gum arab sehingga kurang mampu untuk mempertahankan senyawa fenol dalam kapsul, seperti pada penelitian Jayanudin & Rochmadi, (2017) bahwa jumlah gum arab yang digunakan dalam penelitiannya tidak cukup untuk membungkus seluruh minyak sehingga nilai efisiensi enkapsulasinya menjadi menurun. Efisiensi enkapsulasi didapat dari total

senyawa polifenol dalam bahan inti sehingga menurunnya efisiensi enkapsulasi dipengaruhi oleh kurangnya senyawa polifenol. Begitu pula dengan alginat+maltodekstrin pada pengering *cabinet dryer* yang memiliki total fenol terendah. Ikatan yang terbentuk antara alginat dan maltodekstrin kurang kuat dibandingkan dengan bahan penyalut lain sehingga kurang mampu mempertahankan senyawa fenol dalam kapsul. Interaksi yang terjadi antara bahan penyalut alginat+maltodekstrin dan zat aktif yang terperangkap (komponen fenolik asap cair) disebabkan oleh reaksi senyawa fenol yang memiliki kemampuan untuk masuk ke dalam jaringan polisakarida melalui menembus membran polimer sehingga kurang mampu mempertahankan kandungan fenol dalam kapsul (Novianty *et al.*, 2015).

Total fenol pada jenis pengering yang berbeda menunjukkan beda nyata semua pada setiap bahan penyalut yang digunakan yaitu dari alginat sampai alginat+maltodekstrin. Jika dilihat secara keseluruhan, total fenol pengering *cabinet dryer* lebih tinggi dibandingkan dengan total fenol pengering kering angin. Dari semua bahan penyalut yang digunakan, perlakuan *cabinet dryer* menghasilkan total fenol yang lebih tinggi dibandingkan dengan kering-angin. Menurut Ariestya *et al.*, (2016) dalam proses enkapsulasi penggunaan suhu tinggi akan mempercepat proses mikrokapsulasi sedangkan penggunaan suhu terlalu rendah akan menyebabkan suhu pengeringan kurang stabil sehingga akan mengakibatkan reaksi oksidasi berlangsung lebih lama daripada menggunakan suhu tinggi. Hal ini sesuai dengan pendapat Ali *et al.* (2014) yang menyebutkan bahwa senyawa fenol dapat hilang selama periode pengeringan yang tidak stabil sebelum terbentuk partikel jika suhu yang digunakan rendah. Saloko *et al.* (2013)

juga menambahkan proses enkapsulasi yang terjadi peningkatan suhu dari 40 °C hingga 50 °C atau lebih akan menaikkan nilai pH kapsul dan itu tergantung pada konsentrasi pada bahan yang dienkapsulasi dan asap cair yang ditambahkan. Hal ini berkaitan dengan semakin rendah air yang dikandung asap cair terenkapsulasi maka kadar air akan turun sehingga konsentrasi fenol dalam sel akan naik dan semakin pekat. Sehingga jenis pengering dapat mempengaruhi kandungan total fenol dalam kapsul dan pengering *cabinet dryer* dirasa cukup membantu kapsul mempertahankan senyawa fenol dari oksidasi selama pembuatan kapsul. Kadar air dan kadar fenol memiliki hubungan yang berkebalikan yang mana jika kadar air tinggi maka kadar fenol rendah begitu juga sebaliknya. Hal ini sesuai dengan pernyataan sebelumnya yang mana saat kadar air turun, konsentrasi fenol dalam sel akan naik dan semakin pekat sehingga kadar fenol semakin tinggi.

4.2.3 Total Asam

Senyawa asam adalah salah satu senyawa penyusun asap cair. Asam organik penyusun asap cair antara lain asam asetat, asam format, asam propionat, asam butirat, asam valerat (Yunus, 2011). Senyawa asam ini memiliki peran sebagai antimikroba dalam asap cair. Sifat antimikroba ini yang digunakan asap cair sebagai pengawet alami pada bahan pangan. Total asam pada asap cair dihitung berdasarkan jumlah asam asetat yang terkandung didalamnya melalui proses titrasi (Permanasari, 2020). Pengukuran titrasi asam asetat dipilih karena kandungan asam asetat asap cair memiliki nilai 47,36-51,01% (Maulina & Sinaga, 2020). Menurut Saloko *et al.* (2013), asam organik seperti asetat asam dan asam format pada asap cair berfungsi sebagai agen antioksidan bersama-sama dengan senyawa fenol. Asam yang terkandung dalam asap cair tempurung kelapa juga

dapat mempengaruhi bahan makanan termasuk rasa, pH, dan umur simpannya. Total asam enkapsulasi asap cair disajikan dalam Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Total Asam Asap Cair Terenkapsulasi (%)

| Bahan Penyalut | Jenis Pengering | |
|-----------------------|--------------------------|--------------------------|
| | <i>Cabinet dryer</i> | Kering-angin |
| Alginat | 2,24±0,28 ^{aA} | 2,30±0,31 ^{bcA} |
| Alginat+Gum arab | 2,27±0,30 ^{abA} | 2,80±0,30 ^{cA} |
| Alginat+Kitosan | 4,33±0,30 ^{cA} | 2,24±0,00 ^{bB} |
| Alginat+Tapioka | 2,79±0,29 ^{ba} | 2,44±0,30 ^{bcA} |
| Alginat+Maltodekstrin | 2,82±0,31 ^{ba} | 1,72±0,30 ^{bB} |

Keterangan : Superskrip huruf kecil pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P < 0,05$) yang diuji menggunakan One Way Anova. Superskrip huruf kapital pada baris yang sama menunjukkan tidak beda nyata ($P < 0,05$) yang diuji menggunakan Independent-Samples T Test.

Berdasarkan Tabel 4.7, total asam asap cair terenkapsulasi memiliki nilai kisaran 1,72-4,33%. Hal ini sesuai dengan penelitian Fatimah (1998) dalam Yunus, (2011) yang menyatakan bahwa golongan senyawa penyusun asap cair antara lain salah satunya asam yaitu sekitar 2,8-9,5%. Tabel 4.7 menunjukkan bahwa bahan penyalut alginat berbeda nyata dengan alginat+kitosan, alginat+tapioka, dan alginat+maltodekstrin pada pengering *cabinet dryer*. Sedangkan bahan penyalut alginat berbeda nyata dengan alginat+maltodekstrin pada jenis pengering kering-angin. Nilai total asam tertinggi terdapat pada alginat+kitosan (4,33±0,30%) dan terendah terdapat pada alginat (2,24±0,28%) untuk jenis pengering *cabinet dryer*. Sedangkan untuk jenis pengering kering-angin nilai total asam tertinggi terdapat pada bahan penyalut alginat+gum arab (2,80±0,30%) dan terendah terdapat pada alginat+maltodekstrin (1,72±0,30%).

Nilai total asam ini masuk kedalam nilai total asam asap cair yang diteliti oleh Budaraga *et al.*, (2016). Dalam penelitiannya rata-rata asam hasil titrasi berkisar antara 0,06 sampai 0,97%. Rata-rata total asam sabut kelapa memiliki nilai terendah dan rata-rata total asam untuk tempurung kelapa memiliki nilai

paling tinggi. Hal ini sesuai dengan penelitian ini yang mana memiliki rentang total asam sekitar 1,72-4,33% dan bahan yang digunakan adalah asap cair tempurung kelapa. Adanya asam yang terkandung dalam asap cair nantinya akan berpengaruh pada kualitas organoleptik secara keseluruhan dan juga berpotensi sebagai bahan pengawet alami. Asap cair terdiri dari senyawa gugus asam dan turunannya seperti alkohol, aldehida, hidrokarbon, keton, fenol, dan piridin (Budaraga *et al.*, 2016). Sehingga total asam ini juga penting untuk mengetahui kandungan asam yang terdapat dalam enkapsulasi asap cair.

Bahan penyalut memiliki peran penting dalam penentuan total asam pada enkapsulasi asap cair. Dapat dilihat pada jenis pengering *cabinet dryer* alginat+kitosan memiliki nilai tertinggi ($4,33 \pm 0,30\%$) dibandingkan bahan penyalut yang lain. Hal ini dikarenakan adanya interaksi antara asam asetat dengan kitosan melalui ikatan hidrogen sehingga dapat meningkatkan jumlah total asam yang terperangkap (Kurniasih *et al.*, 2016). Sehingga ketika alginat+kitosan ditugaskan untuk menjadi bahan penyalut asap cair maka perpaduan alginat+kitosan memiliki daya tangkap yang baik untuk memerangkap total asam melalui ikatan hidrogen dari kitosan ini. Jika alginat ditugaskan sendirian untuk mengkapsul asap cair maka total asam yang dihasilkan akan rendah tidak seperti bahan penyalut yang lain yang lebih kuat interaksinya. Gum arab memiliki kemampuan berikatan dengan alginat yang membentuk senyawa pemerangkap total asam. Walaupun tidak sekuat kitosan, gum arab juga memiliki kemampuan dalam memerangkap senyawa-senyawa asam. Seperti pada penelitian Susianti *et al.* (2020) menjelaskan bahwa nilai asam glutamat pada penelitiannya meningkat disebabkan oleh reaksi penyusutan asam glutamat (C=O) yang berikatan dengan

senyawa pada gum arab sehingga menghasilkan 2 gugus COOH dan terbentuknya NH₂. Dapat dilihat bahwa gum arab memiliki senyawa yang mampu berikatan dengan asam sehingga menyebabkan bahan penyalut alginat+gum arab pada pengering kering-angin menghasilkan total asam tertinggi. Alginat+maltodekstrin dalam penentuan total asam jenis pengering kering-angin ini memiliki nilai yang rendah. Hal ini mungkin disebabkan kurang kuatnya interaksi antara alginat+maltodekstrin dalam memerangkap asam pada enkapsulasi asap cair. Seperti dalam penelitian Kurniasih *et al.*, (2016) asap cair yang dienkapsulasi menggunakan kitosan memiliki nilai total asam yang tinggi dibandingkan dengan maltodekstrin. Hal ini disebabkan ikatan hidrogen yang dibentuk kitosan lebih tinggi dibandingkan dengan maltodekstrin.

Nilai total asam yang terdapat pada Tabel 4.7 jika dilihat dari jenis pengering, jenis pengering *cabinet dryer* tidak berbeda nyata dengan kering-angin pada bahan penyalut alginat, alginat+gum arab, alginat+tapioka kecuali alginat+kitosan dan alginat+maltodekstrin. Nilai total asam tertinggi terdapat pada jenis pengering *cabinet dryer* untuk bahan penyalut alginat+kitosan ($4,33 \pm 0,30\%$), alginat+tapioka ($2,79 \pm 0,29\%$), dan alginat+maltodekstrin ($2,82 \pm 0,31\%$). Sedangkan tertinggi pada jenis pengering kering angin untuk bahan penyalut alginat ($2,30 \pm 0,31\%$) dan alginat+gum arab ($2,80 \pm 0,30\%$). Hal ini kurang sesuai dengan penuturan Naufalin *et al.*, (2019) yang menyebutkan bahwa suhu pengeringan yang tinggi akan menurunkan jumlah senyawa aktif dan perubahan warna produk yang dikeringkan. Jika dilihat dari suhu yang digunakan *cabinet dryer* memiliki suhu yang lebih tinggi dibandingkan kering-angin.

Asam-asam yang terkandung dalam asap cair memiliki sifat yang volatile atau mudah menguap. Oleh karena itu jenis pengeringan tentunya sangat berpengaruh dengan kandungan total asam yang dihasilkan. Penggunaan suhu yang tinggi tentunya akan menyebabkan asam-asam yang volatile ini akan cepat menguap sehingga menyebabkan total asam yang rendah sedangkan suhu yang lebih rendah akan menurunkan kehilangan asam yang volatile. Hal ini juga disebabkan oleh lama kontak suhu atau lama pengeringan yang dilakukan. Semakin lama kontak panas yang digunakan maka senyawa volatile semakin banyak yang menguap dengan perlahan. Walaupun *cabinet dryer* memiliki suhu lebih tinggi dibandingkan dengan kering-angin, namun waktu yang dilakukan untuk mengeringkan lebih singkat atau lebih cepat kering sehingga kehilangan asam volatile lebih rendah dan menghasilkan nilai total asam yang lebih tinggi dibandingkan dengan kering-angin. Hal ini mungkin juga disebabkan oleh ikatan hidrogen yang terbentuk antara kitosan dan alginat lebih kuat sehingga mampu mempertahankan kandungan total asam selama proses pengeringan (Kurniasih *et al.*, 2016). Dengan adanya ikatan hidrogen, matriks *egg box* yang dihasilkan oleh alginat-kitosan semakin kuat karena salah satu interaksi yang berkontribusi untuk mendorong terbentuknya matriks *egg box* adalah ikatan hidrogen (Annisa *et al.*, 2021). Sedangkan alginat dan alginat+gum arab sendiri lebih mampu mempertahankan kandungan total asam dengan suhu yang lebih rendah. Selain kitosan, maltodekstrin juga mempunyai kemampuan dapat melindungi senyawa penting seperti komponen-komponen senyawa aktif total asam akibat suhu tinggi. Maltodekstrin dapat membentuk tubuh dan memiliki daya ikat yang kuat untuk

melapisi senyawa sehingga dalam suhu tinggi pun mampu mempertahankan kandungan senyawa aktif tersebut (Sarofa & Saraswati, 2021).

4.2.4 Total Karbonil

Karbonil adalah salah satu senyawa yang terbentuk sebagai hasil dari proses pirolisis. Senyawa karbonil dalam asap cair antara lain seperti vanilin dan siringaldehida (Yunus, 2011). Nilai karbonil biasanya lebih tinggi dari pada nilai fenol karena molekul fenol yang mengandung gugus karbonil telah diukur sebagai karbonil juga (Budaraga *et al.*, 2016). Karbonil umumnya berkontribusi pada warna produk yang bereaksi dengan gugus amino (Saloko *et al.*, 2013). Senyawa karbonil ini memiliki peran dalam pewarnaan dan penambah citarasa pada produk asap cair. Senyawa ini memiliki aroma yang menyerupai uniknya aroma karamel. Asap cair memiliki jenis senyawa karbonil vanilin dan siringaldehida (Yunus, 2011). Total karbonil enkapsulasi asap cair disajikan dalam Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Total Karbonil Asap Cair Terenkapsulasi (%)

| Bahan Penyalut | Jenis Pengering | |
|-----------------------|--------------------------|--------------------------|
| | <i>Cabinet dryer</i> | Kering-angin |
| Alginat | 10,47±0,34 ^{cA} | 6,42±0,42 ^{abB} |
| Alginat+Gum arab | 7,66±0,43 ^{bA} | 7,70±0,19 ^{cA} |
| Alginat+Kitosan | 8,15±0,14 ^{bA} | 7,11±0,27 ^{bcB} |
| Alginat+Tapioka | 6,26±0,41 ^{aA} | 6,42±0,47 ^{abA} |
| Alginat+Maltodekstrin | 11,53±0,33 ^{dA} | 6,31±0,41 ^{abB} |

Keterangan : Superskrip huruf kecil pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P < 0,05$) yang diuji menggunakan One Way Anova. Superskrip huruf kapital pada baris yang sama menunjukkan tidak beda nyata ($P < 0,05$) yang diuji menggunakan Independent-Samples T Test.

Berdasarkan Tabel 4.8 asap cair terenkapsulasi memiliki total karbonil sekitar 6,26-11,53%. Nilai ini lebih tinggi dibandingkan penelitian Fatimah (1998) dalam Yunus, (2011) yang menyatakan bahwa golongan senyawa penyusun asap cair salah satunya senyawa karbonil yaitu sekitar 2,6-4,0%. Total karbonil yang

dihasilkan enkapsulasi asap cair pada Tabel 4.8 menunjukkan bahwa bahan penyalut alginat berbeda nyata dengan bahan penyalut lain, sedangkan alginat+gum arab tidak berbeda nyata dengan alginat+kitosan untuk jenis pengering *cabinet dryer*. Jenis pengering kering-angin menunjukkan bahwa bahan penyalut alginat berbeda nyata dengan alginat+gum arab dan alginat maltodekstrin. Total karbonil tertinggi untuk jenis pengering *cabinet dryer* terdapat pada bahan penyalut alginat+maltodekstrin ($11,53 \pm 0,33\%$) dan terendah terdapat pada bahan penyalut alginat+tapioka ($6,26 \pm 0,41\%$). Sedangkan untuk jenis pengering kering-angin total karbonil tertinggi terdapat pada bahan penyalut alginat+gum arab ($7,70 \pm 0,19\%$) dan terendah terdapat pada bahan penyalut alginat+maltodekstrin ($6,31 \pm 0,41\%$). Hal ini kurang sesuai dengan penelitian Kurniasih *et al.*, (2016) yang menunjukkan hasil total karbonil asap cair yang terenapsulasi menggunakan bahan penyalut maltodekstrin-kitosan lebih tinggi ($9,76 \pm 0,04\%$) dibandingkan dengan bahan penyalut maltodekstrin ($6,97 \pm 0,03\%$). Dalam interaksi dengan bahan penyalut yang lain pada penentuan total karbonil alginat dan maltodekstrin memiliki ikatan yang kuat dalam mempertahankan total karbonil selama proses pengering *cabinet dryer*. Hal ini didukung dengan sifat maltodekstrin yaitu memiliki kelarutan yang baik dalam air dan nilai viskositas rendah bahkan pada konsentrasi tinggi. Namun disisi lain maltodekstrin kekurangan hal properti emulsifikasi dan fitur permukaan-aktif (Akdeniz *et al.*, 2017). Dengan adanya penambahan alginat, maltodekstrin mampu melapisi asap cair sehingga menghasilkan nilai total karbonil yang tinggi. Berbeda dengan jenis pengering kering-angin, alginat+maltodekstrin memiliki nilai kadar karbonil yang rendah. Hal ini mungkin disebabkan oleh perbedaan suhu

lingkungan sekitar selama proses pengeringan atau mungkin disebabkan oleh hal-hal yang tidak diukur dalam penelitian ini. Alginat+tapioka memiliki nilai total karbonil yang terendah pada jenis pengering *cabinet dryer* disebabkan oleh ikatan yang terjadi antara alginat dan tapioka diyakini mampu melindungi senyawa aktif dalam asap cair namun ketika dikeringkan dalam suhu tinggi dapat berkurang. Hal ini kurang sesuai dengan penelitian Lozano-Vazquez *et al.*, (2015) yang menyatakan bahwa terjadi sebuah interaksi yang kompleks antara porositas matriks dan tortuositas saat kalsium alginat ditambahkan tapioka. Interaksi yang terjadi antara alginat dan tapioka mampu menghalangi masuknya oksigen ke dalam dan keluarnya asam klorogenat dari matriks. Alginat+gum arab memiliki nilai total karbonil yang tinggi pada pengeringan kering-angin disebabkan oleh interaksi yang terjadi antara alginat dan gum arab. Hal ini sesuai dengan penelitian Anbinder *et al.*, (2011) yang menjelaskan bahwa struktur dan interaksi antara alginat dan gum arab mampu meningkatkan perlindungan sampel terhadap oksidasi dan mampu menghalangi perubahan warna selama waktu penyimpanan.

Nilai total karbonil berdasarkan jenis pengering dapat dilihat bahwa *cabinet dryer* berbeda nyata dengan kering-angin pada bahan penyalut alginat, alginat+kitosan dan alginat+maltodekstrin. Sedangkan alginat+gum arab dan alginat tapioka tidak menunjukkan berbeda nyata antara pengering *cabinet dryer* dan kering-angin. Nilai karbonil tertinggi pada bahan penyalut alginat terdapat pada pengering *cabinet dryer* ($10,47 \pm 0,34\%$), alginat+gum arab tertinggi pada pengering kering-angin ($7,70 \pm 0,19\%$), alginat+kitosan tertinggi pada pengering *cabinet dryer* ($8,15 \pm 0,14\%$), alginat+tapioka tertinggi pada pengering kering-angin ($6,42 \pm 0,47\%$), alginat+maltodekstrin tertinggi pada pengering *cabinet dryer*

(11,53±0,33%). Senyawa karbonil pada asap cair merupakan senyawa volatil. Sehingga jenis pengeringan sangat mempengaruhi total karbonil dalam asap cair terenkapsulasi. Jenis pengering *cabinet dryer* yang menggunakan suhu lebih tinggi dibandingkan dengan pengering kering-angin biasanya cenderung menurunkan senyawa volatil dalam asap cair terenkapsulasi dibandingkan kering-angin yang dapat mempertahankan senyawa volatil dalam asap cair terenkapsulasi. Jika dilihat dari total karbonil tertinggi, enkapsulasi yang dikeringkan dengan jenis pengering *cabinet dryer* lebih banyak total karbonilnya dibandingkan dengan jenis pengering kering-angin. Hal ini berkaitan dengan lama kontak suhu atau lama pengeringan yang dilakukan. Semakin lama kontak panas yang digunakan maka senyawa volatile semakin banyak yang menguap dengan perlahan. Walaupun *cabinet dryer* memiliki suhu lebih tinggi dibandingkan dengan kering-angin, namun waktu yang dilakukan untuk mengeringkan lebih singkat atau lebih cepat kering sehingga kehilangan senyawa karbonil lebih rendah dan menghasilkan nilai karbonil yang lebih tinggi dibandingkan dengan kering-angin. Berbeda dengan pendapat Naufalin *et al.* (2019) yang menyatakan bahwa penggunaan suhu tinggi cenderung menurunkan senyawa aktif atau senyawa volatil dalam bahan. Senyawa karbonil dalam asap cair dapat bertahan pada suhu tinggi disebabkan oleh adanya gugus polar yang terkandung dalam senyawa karbonil. Gugus polar ini memiliki titik didih yang lebih tinggi dibandingkan dengan molekul hidrokarbon yang lain sehingga dapat mempertahankan senyawa karbonil pada suhu tinggi (Budaraga *et al.*, 2016).

4.3 Efisiensi Enkapsulasi

Efisiensi enkapsulasi adalah salah satu parameter penting dalam pengembangan proses enkapsulasi, terlepas dari metode dan zat yang akan dienkapsulasi (de Souza *et al.*, 2018). Efisiensi enkapsulasi merupakan jumlah fenol yang terdapat dalam enkapsulasi dibanding dengan total fenol pada bahan inti atau banyaknya fenol yang terperangkap pada kapsul dibanding fenol dalam asap cair yang diemulsikan dengan bahan penyalut (Palupi *et al.*, 2014). Pada penelitian Sahlan *et al.* (2019) yang meneliti tentang minyak gaharu, efisiensi enkapsulasi adalah persentase zat minyak gaharu yang dapat dienkapsulasi dari total minyak gaharu yang dipasok ke suatu sistem. Efisiensi enkapsulasi dapat dihitung berdasarkan jumlah polifenol yang dapat terperangkap dalam enkapsulasi. Efisiensi enkapsulasi juga terkait dengan karakteristik morfologi mikropartikel dan ketahanan terhadap panas (Kurniasih *et al.*, 2016). Menurut Habib *et al.* (2012) efisiensi enkapsulasi sangat dipengaruhi oleh afinitas antara inti (zat aktif) dan bahan dinding (bahan enkapsulasi), sehingga interaksi antara bahan dinding dan zat aktif mempengaruhi nilai pelepasan fenol dan efisiensinya. Selain itu banyak parameter yang dapat mempengaruhi besarnya nilai efisiensi antara lain rendahnya solubilitas polimer terhadap pelarut, besarnya konsentrasi polimer, laju penguapan pelarut dan laju pengerasan mikrokapsul (Jayanudin & Rochmadi, 2017). Efisiensi enkapsulasi asap cair disajikan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Efisiensi Asap Cair Terenkapsulasi (%)

| Bahan Penyalut | Jenis Pengering | |
|-----------------------|--------------------------|--------------------------|
| | <i>Cabinet dryer</i> | Kering-angin |
| Alginat | 32,20±4,11 ^{bA} | 14,04±1,41 ^{aB} |
| Alginat+Gum arab | 58,56±1,34 ^{dA} | 18,31±2,30 ^{aB} |
| Alginat+Kitosan | 81,77±2,92 ^{eA} | 34,68±5,23 ^{cB} |
| Alginat+Tapioka | 19,84±1,30 ^{aA} | 13,00±1,28 ^{aB} |
| Alginat+Maltodekstrin | 42,97±4,36 ^{cA} | 25,51±2,72 ^{bB} |

Keterangan : Superskrip huruf kecil pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P < 0,05$) yang diuji menggunakan One Way Anova. Superskrip huruf kapital pada baris yang sama menunjukkan tidak beda nyata ($P < 0,05$) yang diuji menggunakan Independent-Samples T Test.

Efisiensi asap cair terenkapsulasi pada penelitian ini memiliki nilai kisaran 13,00-81,77%. Berdasarkan Tabel 4.9 dapat dilihat bahwa bahan penyalut alginat berbeda nyata dengan bahan penyalut lain pada pengering *cabinet dryer*. Sedangkan bahan penyalut alginat pada jenis pengering kering-angin tidak berbeda nyata dengan alginat+gum arab dan alginat+tapioka, sedangkan dengan alginat+kitosan dan alginat+maltodekstrin berbeda nyata. Nilai efisiensi enkapsulasi tertinggi pada bahan penyalut alginat+kitosan (81,77±2,92%) dan terendah pada bahan penyalut alginat+tapioka (19,84±1,30%) untuk jenis pengering *cabinet dryer*. Begitu pula dengan jenis pengering kering-angin nilai efisiensi enkapsulasi tertinggi pada bahan penyalut alginat+kitosan (34,68±5,23%) dan terendah pada bahan penyalut alginat tapioka (13,00±1,28%). Hasil efisiensi enkapsulasi pada penelitian ini tidak sesuai dengan penelitian Duhoranimana *et al.*, (2018) yang mana menghasilkan efisiensi enkapsulasi sekitar 90%. Hal ini mungkin disebabkan oleh jenis bahan inti yang dienkapsulasi serba bahan penyalut dan kondisi lingkungan saat proses enkapsulasi. Nilai efisiensi enkapsulasi tertinggi terdapat pada bahan penyalut alginat+kitosan baik pada pengering kering angin maupun *cabinet dryer*. Hal ini mungkin disebabkan oleh ikatan yang terbentuk antara alginat dan kitosan lebih kuat dibandingkan

dengan bahan penyalut yang lain. Pernyataan ini sejalan dengan jumlah total fenol yang tinggi pada bahan penyalut alginat+kitosan. Menurut Jayanudin & Rochmadi, (2017) efisiensi enkapsulasi didapat dari total senyawa polifenol dalam bahan inti sehingga naik turunnya efisiensi enkapsulasi dipengaruhi oleh senyawa polifenol. Disini dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin banyak nilai total fenol yang dihasilkan maka akan semakin banyak juga nilai efisiensi enkapsulasi yang dihasilkan. Namun ternyata kesimpulan tadi tidak berlaku untuk bahan penyalut alginat+tapioka yang mana memiliki nilai efisiensi terendah namun total fenol tidak menunjukkan nilai terendah. Hal ini mungkin disebabkan oleh interaksi antar bahan penyalut yang menyebabkan efisiensi enkapsulasi menjadi berkurang. Rendahnya efisiensi enkapsulasi alginat+tapioka tidak sesuai dengan penelitian Lozano-Vazquez *et al.*, (2015) yang menyebutkan bahwa penambahan tapioka pada alginat menyebabkan peningkatan nilai efisiensi enkapsulasi CGA. Namun peningkatan efisiensi enkapsulasi CGA dijelaskan tergantung dari rasio tapioka yang ditambahkan dalam alginat. Ketika tapioka ditambahkan ke dalam alginat memiliki jumlah yang relatif rendah, maka tortuositas yang dihasilkan tidak cukup untuk mengesampingkan porositas yang disebabkan oleh celah dalam matriks, sehingga laju pelepasan CGA yang lebih cepat terjadi dan aktivitas antioksidan CGA berkurang. Sedangkan pada penelitian ini rasio yang digunakan antara alginat dan tapioka memiliki rasio 1:1 sehingga mungkin kurang untuk mempertahankan kandungan senyawa dalam bahan inti selama proses enkapsulasi sehingga menghasilkan efisiensi enkapsulasi yang rendah.

Nilai efisiensi enkapsulasi asap cair berdasarkan perbedaan jenis pengering pada bahan penyalut alginat menunjukkan beda nyata antara pengering *cabinet*

dryer dan kering-angin. Begitu juga dengan bahan penyalut yang lain yaitu alginat+gum arab, alginat+kitosan, alginat+tapioka, dan alginat+maltodekstrin menunjukkan beda nyata antara pengering *cabinet dryer* dan kering-angin. Selain menunjukkan beda nyata antar pengering yang digunakan, efisiensi enkapsulasi asap cair yang dihasilkan juga menunjukkan nilai yang dihasilkan oleh pengering *cabinet dryer* lebih tinggi dibandingkan dengan pengering kering-angin. Bahan penyalut alginat memiliki nilai efisiensi enkapsulasi lebih tinggi ($32,20 \pm 4,11\%$) pada pengering *cabinet dryer* dibandingkan dengan pengering kering-angin ($14,04 \pm 1,41\%$), begitu pula bahan penyalut yang lain. Pengaruh jenis pengering yang digunakan saat proses enkapsulasi mempengaruhi nilai efisiensi enkapsulasi karena efisiensi enkapsulasi dapat dihitung berdasarkan jumlah polifenol yang dapat terperangkat dalam enkapsulasi. Pada bab total fenol dijelaskan bahwa *cabinet dryer* memiliki suhu yang cukup untuk mengeringkan kapsul sehingga menghasilkan total fenol lebih banyak dibandingkan dengan kering-angin. Begitu pula dengan efisiensi enkapsulasi. Menurut Saloko *et al.*, (2013) proses enkapsulasi yang terjadi peningkatan suhu dari $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ hingga $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ atau lebih akan menaikkan nilai pH kapsul sehingga kapsul lebih stabil dan mampu mempertahankan kandungan senyawa didalamnya. Hal ini sesuai dengan semakin rendah air yang dikandung asap cair terenkapsulasi maka kadar air akan turun sehingga konsentrasi fenol dalam sel akan naik dan semakin pekat, kadar fenol yang tinggi menyebabkan efisiensi enkapsulasi yang dihasilkan juga tinggi. Total asam memiliki hubungan yang erat dengan pH. Kenaikan total asam menunjukkan penurunan pH (Kamaluddin & Handayani, 2018). Sehingga pH dan total asam memiliki perbandingan yang terbalik. Nilai pH yang semakin naik maka akan

menurunkan total asam atau jika menghendaki pH yang semakin tinggi maka total asam yang dihasilkan rendah.

4.4 Loading capacity

Loading capacity adalah jumlah fenol yang mampu dienkapsulasi oleh jumlah mikrokapsul tertentu yang didapat setelah pengeringan (Putri *et al.*, 2020). *Loading capacity* juga dapat mengacu pada kemampuan kapsul asap cair release yang dilihat berdasarkan jumlah fenol yang terlarut seperti pada penelitian Palupi *et al.*, (2014) yang menyatakan *loading capacity* dalam penelitian ini mengacu pada kemampuan release kapsul cabai merah dilihat dari jumlah kapsaisin yang terlarut. Efisiensi enkapsulasi yang tinggi menghasilkan *loading capacity* yang rendah (Palupi *et al.*, 2014).

Tabel 4.10 *Loading Capacity* Asap Cair Terenkapsulasi (%)

| Bahan Penyalut | Jenis Pengering | |
|-----------------------|-------------------------|--------------------------|
| | <i>Cabinet dryer</i> | Kering-angin |
| Alginat | 2,23±0,07 ^{cA} | 0,87±0,05 ^{bB} |
| Alginat+Gum arab | 1,65±0,08 ^{bA} | 0,75±0,04 ^{aB} |
| Alginat+Kitosan | 3,20±0,09 ^{dA} | 2,05±0,03 ^{cB} |
| Alginat+Tapioka | 1,36±0,01 ^{aA} | 0,81±0,01 ^{abB} |
| Alginat+Maltodekstrin | 1,28±0,12 ^{aA} | 0,75±0,11 ^{aB} |

Keterangan : Superskrip huruf kecil pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P < 0,05$) yang diuji menggunakan One Way Anova. Superskrip huruf kapital pada baris yang sama menunjukkan tidak beda nyata ($P < 0,05$) yang diuji menggunakan Independent-Samples T Test.

Nilai *loading capacity* yang dihasilkan oleh asap cair terenkapsulasi yang ditampilkan pada Tabel 4.10 menunjukkan kisaran nilai antara 0,75-3,20%. Bahan penyalut alginat berbeda nyata dengan bahan penyalut yang lain pada pengering *cabinet dryer*. Begitu juga dengan bahan penyalut yang lain memiliki beda nyata antar bahan penyalut yang lain kecuali alginat+tapioka dan alginat+maltodekstrin yang tidak berbeda nyata. Sedangkan bahan penyalut alginat berbeda nyata

dengan alginat+gum arab, alginat+kitosan, alginat+maltodekstrin, dan tidak berbeda nyata dengan alginat+tapioka pada pengering kering angin. Nilai *loading capacity* tertinggi pada bahan penyalut alginat+kitosan pada cabinet dryer ($3,20\pm 0,09\%$) dan kering-angin ($2,05\pm 0,03\%$). Sedangkan nilai terendah terdapat pada bahan penyalut alginat+maltodekstrin untuk pengering cabinet dryer ($1,28\pm 0,12\%$) dan alginat+tapioka serta alginat+gum arab untuk pengering kering-angin ($0,75\pm 0,11\%$ dan $0,75\pm 0,04\%$). *Loading capacity* sangat erat kaitannya dengan total fenol. Semakin tinggi total fenol maka akan semakin tinggi pula *loading capacity* yang dihasilkan (Putri *et al.*, 2020). Begitu pula dengan alginat+kitosan memiliki nilai tertinggi pada kadar fenol enkapsulasi asap cair sehingga menghasilkan *loading capacity* yang lebih tinggi dibandingkan dengan bahan penyalut lain. Penelitian Shetta *et al.*, (2019) menunjukkan hasil *loading capacity* minyak atsiri pappermint kisaran 8,15-22,2% dan minyak atsiri teh hijau yang ditambahkan kitosan sebagai penyalut kisaran 2,2-23,1%. Sedangkan penelitian Putri *et al.* (2020) menunjukkan hasil *loading capacity* minyak atsiri terenkapsulasi kisaran 5,37-6,69 %. Nilai *loading capacity* pada penelitian ini tidak masuk ke dalam rentang kisaran hasil *loading capacity* pada penelitian Putri *et al.* (2020) tetapi masuk kedalam rentang kisarah hasil *loading capacity* pada penelitian Shetta *et al.* (2019). Hal ini mungkin disebabkan oleh bahan utama yang akan dienkapsulasi dan kandungan senyawa polifenol yang terdapat pada bahan utama juga dapat mempengaruhi *loading capacity*. Menurut Putri *et al.*, (2020) minyak atsiri memiliki senyawa aktif yang berbeda ukuran molekulernya sehingga akan mempengaruhi kemampuan polimer dan crosslinking dalam membentuk matriks enkapsulasi. Hal ini pula yang dapat menyebabkan setiap

jenis minyak atsiri dan proses enkapsulasi yang digunakan menghasilkan nilai *loading capacity* yang berbeda.

Jenis pengering yang digunakan dalam pembuatan enkapsulasi asap cair ini mempengaruhi nilai *loading capacity*. Berdasarkan Tabel 4.10 nilai *loading capacity cabinet dryer* berbeda nyata dengan kering-angin pada semua bahan penyalut yang digunakan. Nilai yang dihasilkan dari *cabinet dryer* lebih tinggi dibandingkan dengan kering-angin pada semua bahan penyalut yang digunakan. Hal ini dapat disebabkan oleh kadar fenol yang dihasilkan pada pengering *cabinet dryer* lebih tinggi dibandingkan kering-angin. Menurut penelitian Kanha *et al.*, (2021) proses pengeringan mampu mempengaruhi nilai *loading capacity*. Proses pengeringan *spray dryer* yang menggunakan panas dapat menyebabkan komponen yang bersifat volatil hilang selama proses enkapsulasi. Pada penelitian Kanha *et al.* (2021) ini menghasilkan nilai *loading capacity* dengan *spray drying* berkisar 18,3-28,7%, sedangkan *freeze drying* 31,9-34,5%. Hal ini dapat dipengaruhi oleh suhu yang digunakan oleh *spray drying* dan *freeze drying*. Namun dalam penelitian ini *cabinet dryer* dinilai mampu mempertahankan kadar fenol enkapsulasi asap cair sehingga menghasilkan nilai *loading capacity* yang tinggi dibandingkan dengan kering-angin. Hal ini juga didukung oleh semakin rendah air yang dikandung asap cair terenkapsulasi saat dikeringkan *cabinet dryer* maka kadar air akan turun sehingga konsentrasi fenol dalam sel akan naik dan semakin pekat. Rasio fenol per berat mikrokapsul yang dihasilkan juga meningkat sehingga menghasilkan *loading capacity* yang tinggi.

4.5 Uji Pearson Correlation

Tabel 4.11 Hasil Uji Pearson Corelation Antar Analisis

| | Ukuran Kapsul | Warna L* | Warna a* | Warna b* | Kadar Air | Total Asam | Total Fenol | Total Karbonil | <i>Loading capacity</i> | Efisiensi Enkapsulasi |
|------------------------------|----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------------|--------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------------|
| Ukuran Kapsul | 1 | 0,57 | -0,38 | -0,22 | -0,2 | 0,09 | 0,45 | 0,31 | 0,45 | 0,18 |
| Warna L* | 0,57 | 1 | -0,89 | -0,71 | -0,41 | 0,14 | 0,03 | 0,34 | 0,03 | 0,13 |
| Warna a* | -0,38 | -0,89 | 1 | 0,6 | 0,15 | -0,10 | 0,24 | -0,02 | 0,25 | 0,19 |
| Warna b* | -0,22 | -0,71 | 0,6 | 1 | 0,23 | 0,06 | 0,27 | -0,62 | 0,27 | 0,12 |
| Kadar Air | -0,20 | -0,41 | 0,15 | 0,23 | 1 | -0,48 | -0,57 | -0,58 | -0,57 | -0,59 |
| Total Asam | 0,09 | 0,14 | -0,10 | 0,06 | -0,48 | 1 | 0,63 | 0,21 | 0,63 | 0,64 |
| Total Fenol | 0,45 | 0,03 | 0,24 | 0,27 | -0,57 | 0,63 | 1 | 0,34 | 1,00 | 0,81 |
| Total Karbonil | 0,31 | 0,34 | -0,02 | -0,62 | -0,58 | 0,21 | 0,34 | 1 | 0,34 | 0,37 |
| <i>Loading capacity</i> | 0,45 | 0,03 | 0,25 | 0,27 | -0,57 | 0,63 | 1,00 | 0,34 | 1 | 0,81 |
| Efisiensi Enkapsulasi | 0,18 | 0,13 | 0,19 | 0,11 | -0,59 | 0,64 | 0,81 | 0,37 | 0,81 | 1 |

Berdasarkan Tabel 4.11 hasil uji pearson corelation antar analisis, jika nilai $>0,5$ maka berkorelasi kedua analisis tersebut ada hubungan yang erat. Jika nilai $<0,5$ maka tidak berkorelasi atau kedua analisis tersebut tidak ada hubungan yang erat. Jika nilai mendekati 1 atau 0,9 maka ada hubungan yang sangat erat antar analisis tersebut. Tanda minus (-) pada data menunjukkan adanya hubungan yang berkebalikan, misal yang satu naik maka yang lain turun. Sedangkan jika tanpa tanda minus (-) atau positif menunjukkan jika satu naik maka yang lain juga ikut naik. Tabel 4.11 dapat dilihat bahwa ukuran kapsul memiliki nilai 0,57 dengan warna L^* . Hal ini menunjukkan bahwa ada korelasi tak kuat antara ukuran kapsul dan warna L^* . Korelasi yang terjalin yaitu positif yang mana jika ukuran kapsul naik maka nilai warna L^* juga akan naik. Analisis warna L^* memiliki korelasi kuat dengan warna a^* yaitu -0,89 dan warna b^* yaitu -0,71 yang menunjukkan jika korelasi keduanya berkebalikan. Analisis warna a^* berkorelasi dengan warna b^* yaitu 0,6 yang mana menunjukkan korelasi positif tak kuat jika nilai warna a^* naik maka nilai warna b^* juga akan baik. Analisis warna b^* memiliki korelasi dengan warna L^* (-0,71), warna a^* (0,6), dan total karbonil (-0,62). Hal ini menunjukkan bahwa analisis warna b^* berkorelasi positif tak kuat dengan warna a^* dan berkorelasi negatif kuat dengan warna L^* dan tak kuat dengan total karbonil. Analisis kadar air berkorelasi tak kuat dengan total fenol (-0,57), total karbonil (-0,58), *loading capacity* (-0,57) dan efisiensi enkapsulasi (-0,59), semua menunjukkan korelasi negatif tak kuat yaitu jika kadar air naik maka total fenol, total karbonil, *loading capacity* dan efisiensi enkapsulasi akan turun. Total asam memiliki hubungan erat dengan analisis total fenol (0,63), *loading capacity* (0,63), dan efisiensi enkapsulasi (0,64), semua menunjukkan korelasi positif tak kuat yaitu jika total asam naik maka total fenol, *loading capacity* dan efisiensi

enkapsulasi akan naik pula. Total fenol berkorelasi dengan kadar air (-0,57), total asam (0,63), *loading capacity* (1) dan efisiensi enkapsulasi (0,81). Hal ini menunjukkan bahwa total fenol berkorelasi negatif tak kuat dengan kadar air dan total asam sedangkan dengan *loading capacity* dan efisiensi enkapsulasi berkorelasi positif kuat. Total karbonil berkorelasi dengan warna b^* (-0,62), kadar air (-0,58). Hal ini menunjukkan bahwa total karbonil memiliki korelasi negatif tak kuat dengan warna dan kadar air. *Loading capacity* berkorelasi dengan kadar air (-0,57), total asam (0,63), total fenol (1), efisiensi enkapsulasi (0,81). Hal ini menunjukkan bahwa *Loading capacity* berkorelasi positif tak kuat dengan total asam, korelasi positif sangat kuat dengan total fenol dan efisiensi enkapsulasi, sedangkan dengan kadar air berkorelasi negatif tak kuat. Efisiensi enkapsulasi berkorelasi negatif tak kuat dengan kadar air (-0,59), berkorelasi positif tak kuat dengan total asam (0,64), berkorelasi positif kuat dengan total fenol (0,81), dan *loading capacity* (0,81).

Berdasarkan hasil uji korelasi yang berkontribusi terhadap ukuran kapsul antara lain warna L. Warna L berkontribusi terhadap ukuran kapsul. Warna L, a^* , dan b^* saling berkontribusi terhadap warna. Kadar air berkontribusi terhadap total fenol, total karbonil, *loading capacity*, dan efisiensi enkapsulasi. Total asam berkontribusi terhadap total fenol, *loading capacity*, dan efisiensi enkapsulasi. Total fenol berkontribusi terhadap kadar air, *loading capacity* dan efisiensi enkapsulasi. Total karbonil berkontribusi terhadap warna b^* dan kadar air. *Loading capacity* dipengaruhi oleh kadar air, total asam, total fenol, dan efisiensi enkapsulasi. Efisiensi enkapsulasi dipengaruhi oleh kadar air, total asam, total fenol, *loading capacity*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Penggunaan bahan penyalut dan jenis pengering yang berbeda berpengaruh terhadap karakteristik fisik enkapsulasi asap cair yang dihasilkan seperti ukuran kapsul dan warna. Ukuran kapsul paling besar terdapat pada bahan penyalut alginat+kitosan jenis pengering kering-angin sedangkan paling kecil terdapat pada bahan penyalut alginat+ gum arab jenis pengering kering-angin. Warna yang menunjukkan nilai L tertinggi pada bahan penyalut alginat+maltodekstrin *cabinet dryer*, nilai a* tertinggi pada bahan penyalut alginat+gum arab kering-angin, dan nilai b* tertinggi pada bahan penyalut alginat+kitosan kering-angin.
2. Penggunaan bahan penyalut dan jenis pengering yang berbeda berpengaruh terhadap karakteristik kimia enkapsulasi asap cair yang dihasilkan seperti kadar air, kadar fenol, total asam, total karbonil. Pada kadar air kering-angin memiliki nilai kadar air yang tinggi dibandingkan dengan *cabinet dryer*. Kadar fenol *cabinet dryer* lebih tinggi nilainya dibandingkan pengering kering-angin. Sedangkan untuk bahan penyalut alginat+kitosan cenderung menghasilkan total fenol dan total asam yang tinggi dibandingkan dengan bahan penyalut lain.
3. Penggunaan bahan penyalut dan jenis pengering yang berbeda berpengaruh terhadap efisiensi enkapsulasi dan *loading capacity* enkapsulasi asap cair yang dihasilkan. Efisiensi enkapsulasi *cabinet dryer* lebih tinggi dibandingkan dengan pengering kering-angin. *Loading capacity cabinet dryer* lebih tinggi nilainya dibandingkan dengan

pengering kering-angin. Hasil uji pearson correlation menunjukkan *Loading capacity* berkorelasi kuat dengan kadar air, total asam, total fenol, dan efisiensi enkapsulasi. Efisiensi enkapsulasi berkorelasi kuat dengan kadar air, total asam, total fenol, *loading capacity*.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut menggunakan bahan penyalut yang berbeda dari penelitian ini untuk menyempurnakan karakteristik yang dihasilkan.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut menggunakan bahan pengering lain seperti oven dan sinar matahari.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dalam aplikasi produk enkapsulasi terhadap produk makanan.
4. Selama penelitian kendala teknik yang saya alami yaitu suspensi enkapsulasi asap cair tidak dapat diteteskan menggunakan siringe sehingga saya atasi menggunakan plastik opp dengan cara diteteskan seperti sedang membuat bakso dibantu menggunakan sudip. Diharapkan penelitian selanjutnya menemukan metode peneteskan yang lain agar lebih baik dan terukur selama peneteskan.
5. Pengeringan yang dilakukan menggunakan kering-angin sesuai Palupi *et al.* (2014) kurang detail dalam menyebutkan teknik kering-angin sehingga perlu dicoba teknik pengeringan lain misal oven. Pengeringan kering-angin yang saya lakukan awalnya busuk karena dibiarkan terlalu lama diudara terbuka sehingga saya atasi dengan penggunaan kipas angin

Miyako tipe KAD 927 B kecepatan 1 selama 24 jam dengan suhu 30⁰C dan kelembapan 75%.

DAFTAR PUSTAKA

- A. O. A. C. (1990). **Official methods of analysis**. AOAC Washington, DC.
- A. O. A. C. (2005). **Official methods of analysis**. AOAC International Gaithersburg, MD.
- Abdin, M., Salama, M. A., Gawad, R. M. A., Fathi, M. A., & Alnadari, F. (2021). **Two Steps of Gelation System Enhanced the Stability of Syzygium cumini Anthocyanins by Encapsulation with Sodium Alginate, Maltodextrin, Chitosan and Gum Arabic**. *Journal of Polymers and the Environment*, 29(11), 3679–3692. <https://doi.org/10.1007/s10924-021-02140-3>
- Abdullah, N. A., Putra, N., Hakim, I. I., & Koestoer, R. A. (2017). **A review of improvements to the liquid collection system used in the pyrolysis process for producing liquid smoke**. *International Journal of Technology*, 8(7), 1197–1206. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v8i7.745>
- Agüero, L., Zaldivar-Silva, D., Peña, L., & Dias, M. (2017). **Alginate Microparticles as Oral Colon Drug Delivery Device: A Review**. *Carbohydrate Polymers*, 168, 32–43. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.03.033>
- Akdeniz, B., Sumnu, G., & Sahin, S. (2017). **The effects of maltodextrin and gum Arabic on encapsulation of onion skin phenolic compounds**. *Chemical Engineering Transactions*, 57, 1891–1896. <https://doi.org/10.3303/CET1757316>
- Akhavan Mahdavi, S., Jafari, S. M., Assadpoor, E., & Dehnad, D. (2016). **Microencapsulation optimization of natural anthocyanins with maltodextrin, gum Arabic and gelatin**. *International Journal of Biological Macromolecules*, 85(April 2016), 379–385. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.01.011>
- Ali, D. Y., Darmadji, P., & Pranoto, Y. (2014). **Optimasi Nanoenkapsulasi Asap Cair Tempurung Kelapa Dengan Response Surface Methodology Dan Karakterisasi Nanokapsul**. *J. Teknol. Dan Industri Pangan*, 25(1), 23–30. <https://doi.org/10.6066/jtip.2014.25.1.23>
- Aloys, H., Korma, S. A., Alice Tuyishime, M., Ali, A. H., Marie Alice, T., Chantal, N., Abed, S. M., & Ildephonse, H. (2016). **Microencapsulation by Complex Coacervation: Methods, Techniques, Benefits, and Applications-A Review**. *American Journal of Food Science and Nutrition Research*, 3(6), 188–192. <http://www.openscienceonline.com/journal/fsnr>
- Anbinder, P. S., Deladino, L., Navarro, A. S., Amalvy, J. I., & Martino, M. N. (2011). **Yerba Mate Extract Encapsulation with Alginate and Chitosan Systems: Interactions between Active Compound Encapsulation Polymers**. *Journal of Encapsulation and Adsorption Sciences*, 01(04), 80–87. <https://doi.org/10.4236/jeas.2011.14011>
- Andiana, A., Aini, N., & Karseno, K. (2020). **Produk Enkapsulasi Asap Cair**

- Sekam Padi Dan Aplikasinya Untuk Mengawetkan Tahu Putih.** *Jurnal Agroteknologi*, 13(02), 180. <https://doi.org/10.19184/j-agt.v13i02.13994>
- Annisa, V., Sulaiman, T. N. S., Nugroho, A. K., & Nugroho, A. E. (2021). **Review Sinergisitas Kombinasi Polimer Alami Serta Pemanfaatan dalam Formulasi Obat.** *Majalah Farmasetika*, 6(5), 436. <https://doi.org/10.24198/mfarmasetika.v6i5.35935>
- Ariestya, D. I., Swastawati, F., & Susanto, E. (2016). **Antimicrobial Activity of Microencapsulation Liquid Smoke on Tilapia [*Oreochromis Niloticus* (Linnaeus, 1758)] Meat for Preservatives in Cold Storage ($\pm 5\text{ C}^\circ$).** *Aquatic Procedia*, 7, 19–27. <https://doi.org/10.1016/j.aqpro.2016.07.003>
- Belšćak-Cvitanović, A., Stojanović, R., Manojlović, V., Komes, D., Cindrić, I. J., Nedović, V., & Bugarski, B. (2011). **Encapsulation Of Polyphenolic Antioxidants From Medicinal Plant Extracts In Alginate-Chitosan System Enhanced With Ascorbic Acid By Electrostatic Extrusion.** *Food Research International*, 44(4), 1094–1101. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.03.030>
- Budaraga IK, Arnim, Marlida Yetti, & Usman, B. (2016). **Characteristics of Cinnamon Liquid Smoke Produced Using Several Purification Techniques.** *American Journal of Food Science and Nutrition Research*, 3(2), 16–21. <http://www.openscienceonline.com/journal/fsnr>
- de Souza, V. B., Thomazini, M., Echalar Barrientos, M. A., Nalin, C. M., Ferro-Furtado, R., Genovese, M. I., & Favaro-Trindade, C. S. (2018). **Functional Properties And Encapsulation Of A Proanthocyanidin-Rich Cinnamon Extract (*Cinnamomum Zeylanicum*) By Complex Coacervation Using Gelatin And Different Polysaccharides.** *Food Hydrocolloids*, 77, 297–306. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.09.040>
- Duhoranimana, E., Yu, J., Mukeshimana, O., Habinshuti, I., Karangwa, E., Xu, X., Muhoza, B., Xia, S., & Zhang, X. (2018). **Thermodynamic characterization of Gelatin–Sodium carboxymethyl cellulose complex coacervation encapsulating Conjugated Linoleic Acid (CLA).** *Food Hydrocolloids*, 80, 149–159. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.02.011>
- Eghbal, N., & Choudhary, R. (2018). **Complex coacervation: Encapsulation and controlled release of active agents in food systems.** *LWT - Food Science and Technology*, 90, 254–264. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.12.036>
- Fernandes, R. V. D. B., Borges, S. V., & Botrel, D. A. (2014). **Gum Arabic/Starch/Maltodextrin/Inulin As Wall Materials On The Microencapsulation Of Rosemary Essential Oil.** *Carbohydrate Polymers*, 101(1), 524–532. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.09.083>
- Gani, A., Husni, Baihaqi, A., & M.Faisal. (2014). **Potential Development of Liquid Smoke from Oil Palm Solid Waste as Biofungicides.** *International Journal of Science and Engineering*, 7(1), 65–69. <https://doi.org/10.12777/ijse.7.1.61-64>

- Habib, S. M., Amr, A. S., & Hamadneh, I. M. (2012). **Nanoencapsulation Of Alpha-Linolenic Acid With Modified Emulsion Diffusion Method.** *JAACS, Journal of the American Oil Chemists' Society*, 89(4), 695–703. <https://doi.org/10.1007/s11746-011-1960-3>
- Hastuti, E. (2012). **Analisa Difraksi Sinar X TiO₂ Dalam Penyiapan Bahan Sel Surya Tersensitisasi Pewarna.** *Jurnal Neutrino*, 2010, 93–100. <https://doi.org/10.18860/neu.v0i0.2416>
- Herawati, H. (2012). **Teknologi Proses Produksi Food Ingredient Dari Tapioka Termodifikasi.** *Jurnal Litbang Pertanian*, 31(12), 68–76.
- Hernández-Fernández, M. Á., García-Pinilla, S., Ocampo-Salinas, O. I., Gutiérrez-López, G. F., Hernández-Sánchez, H., Cornejo-Mazón, M., de Jesús Perea-Flores, M., & Dávila-Ortiz, G. (2020). **Microencapsulation of vanilla oleoresin (*V. Planifolia andrews*) by complex coacervation and spray drying: Physicochemical and microstructural characterization.** *Foods*, 9(10). <https://doi.org/10.3390/foods9101375>
- Islam, M., Masum, S., Rahman, M. M., Molla, I. A., & Shaikh, A. . (2011). **Preparation of Chitosan from Shrimp Shell and Investigation of Its Properties.** *International Journal of Basic & Applied Sciences*, 11(01), 77–80.
- Jayanudin, J., & Rochmadi, R. (2017). **Pengaruh Perbedaan Bahan Penyalut Terhadap Efisiensi Enkapsulasi Oleoresin Jahe Merah.** *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 13(2). <https://doi.org/10.20961/alchemy.v13i2.5406>
- Jumansyah, H., Johan, V. S., & Rahmayuni. (2017). **Penambahan Gum Arab Terhadap Mutu Sirup Kulit Dan Buah Nanas (*Ananas Comosus L Merr.*).** *JOM FAPERTA UR*, 4(1), 87–91.
- Kadir, S., Darmadji, P., & Hidayat, C. (2015). **Sifat Sensoris Asap Cair Tempurung Kelapa Hasil Adsorpsi Pada Zeolit.** *Agroland*, 22(April), 1–8.
- Kaemba, A., Mamujaja, christine F., & Suryanto, E. (2017). **Karakteristik Fisiko-Kimia Dan Aktivitas Antioksidan Beras Analog Dari Sagu Baruk (*Arenga Microcarpha*) Dan Ubi Jalar Ungu (*Ipomea Batatas L. Poiret*).** *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan*, 5(1), 1–8. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/itp/article/download/18561/18087>
- Kailaku, S. I., Syakir, M., Mulyawanti, I., & Syah, A. N. A. (2017). **Antimicrobial Activity of Coconut Shell Liquid Smoke.** *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 206(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/206/1/012050>
- Kamaluddin, M. J. N., & Handayani, M. N. (2018). **Pengaruh Perbedaan Jenis Hidrokoloid Terhadap Karakteristik.** *EDUFORTECH*, 3(1), 25–32.
- Kamisyah, S., Sapar, A., Brilliantoro, R., & Sayekti, E. (2020). **Isolasi Dan Karakterisasi Alginat Dari Rumput Laut (*Sargassum Polycystum*).** *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 8(3), 62–71.
- Kanha, N., Regenstein, J. M., Surawang, S., Pitchakarn, P., & Laokuldilok, T.

- (2021). **Properties and kinetics of the in vitro release of anthocyanin-rich microcapsules produced through spray and freeze-drying complex coacervated double emulsions.** *Food Chemistry*, 340(April 2020), 127950. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127950>
- Kurniasih, R. A., Darmadji, P., & Pranoto, Y. (2016). **Pemanfaatan Asap Cair Terenkapsulasi Maltodesktrin-Kitosan Sebagai Pengawet Ikan Cakalang (Katsuwonus pelamis).** *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 9(1), 9–16. <https://doi.org/10.20961/jthp.v9i2.12846>
- Kurniawan, H. (2020). **Pengaruh Kadar Air Terhadap Nilai Warna Cie Pada Gula Semut.** *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 9(3), 213. <https://doi.org/10.23960/jtep-l.v9i3.213-221>
- Lappin, G. R., & Clark, L. C. (1951). **Colorimetric Method for Determination of Traces of Carbonyl Compounds.** *Analytical Chemistry*, 23(3), 541–542. <https://doi.org/10.1021/ac60051a050>
- Leclercq, S., Harlander, K. R., & Reineccius, G. A. (2009). **Formation And Characterization Of Microcapsules By Complex Coacervation With Liquid Or Solid Aroma Cores.** *Flavour and Fragrance Journal*, 24(1), 17–24. <https://doi.org/10.1002/ffj.1911>
- Li, Y., Tang, B., Chen, J., & Lai, P. (2018). **Microencapsulation of plum (Prunus salicina lindl.) phenolics by spray drying technology and storage stability.** *Food Science and Technology*, 38(3), 530–536. <https://doi.org/10.1590/1678-457x.09817>
- López Córdoba, A., Deladino, L., & Martino, M. (2013). **Effect Of Starch Filler On Calcium-Alginate Hydrogels Loaded With Yerba Mate Antioxidants.** *Carbohydrate Polymers*, 95(1), 315–323. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.03.019>
- Lozano-Vazquez, G., Lobato-Calleros, C., Escalona-Buendia, H., Chavez, G., Alvarez-Ramirez, J., & Vernon-Carter, E. J. (2015). **Effect of the weight ratio of alginate-modified tapioca starch on the physicochemical properties and release kinetics of chlorogenic acid containing beads.** *Food Hydrocolloids*, 48(June), 301–311. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.02.032>
- Makouie, S., Alizadeh, M., Maleki, O., & Khosrowshahi, A. (2020). **Optimization of wall components for encapsulation of Nigella sativa seed oil by freeze-drying.** *Indonesian Food Science & Technology Journal*, 3(1), 1–9. <https://doi.org/10.22437/ifstj.v3i1.7857>
- Mardiah, Novidahlia, N., & Mashudi. (2012). **Penentuan Metode Pengeringan (Cabinet Dryer dan Fluidized Bed Dryer) Terhadap Komponen dan Kapasitas Antioksidan pada Rosela Kering (Hibiscus sabdariffa L).** *Jurnal Pertanian*, 3(2), 104–110. <https://unida.ac.id/ojs/index.php/jp/article/view/603>
- Maryam. (2015). **Applications of liquid smoke powder as flavor and food preservative (Case Study: Sponge Cake).** *International Journal on*

- Advanced Science, Engineering and Information Technology*, 5(2), 135–138.
<https://doi.org/10.18517/ijaseit.5.2.503>
- Maulina, S., & Sinaga, F. A. (2020). **Improving The Quality of Liquid Smoke from Oil Palm Fronds Through Adsorption and Distillation Processes.** *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 801(1).
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/801/1/012062>
- Meriatna. (2013). **Hidrolisa Tepung Sagu Menjadi Maltodekstrin Menggunakan Asam Klorida.** *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 2(Mei), 38–48.
- Muttakun, Ali, A., & Sulaeman, R. (2017). **Pemanfaatan Asap Cair Dari Sabut Kelapa Muda Pada Proses Pengawetan Bakso Jamur Tiram Putih Dan Ikan Patin.** *Jom Faperta*, 4(1), 1–6.
- Naufalin, R., Wicaksono, R., & Arsil, P. (2019). **Aplikasi Cabinet Dryer (Pengereng Kabinet) Untuk Meningkatkan Produksi Bahan Baku Pengawet Alami Buah Kecombrang (Etlingera elatior).** *Dinamika Journal : Pengabdian Masyarakat*, 1(3), 22–27.
<https://doi.org/10.20884/1.dj.2019.1.3.920>
- Nori, M. P., Favaro-Trindade, C. S., Matias de Alencar, S., Thomazini, M., de Camargo Balieiro, J. C., & Contreras Castillo, C. J. (2011). **Microencapsulation of propolis extract by complex coacervation.** *LWT - Food Science and Technology*, 44(2), 429–435.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.09.010>
- Novianty, H., Darmadji, P., & Pranoto, Y. (2015). **Utilization of Alginate As an Encapsulation.** *Mar. Res. Indonesia*, 40(1), 1–8.
- Pakzad, H., Alemzadeh, I., & Kazemi, A. (2013). **Encapsulation of peppermint oil with arabic gum-gelatin by complex coacervation method.** *International Journal of Engineering, Transactions B: Applications*, 26(8), 807–814. <https://doi.org/10.5829/idosi.ije.2013.26.08b.01>
- Palupi, N. W., Khrisna, P., Setiadi, J., & Yuwanti, S. (2014). **Enkapsulasi Cabai Merah dengan Teknik Coacervation Menggunakan Alginat yang Disubstitusi dengan Tapioka Terfotooksidasi.** *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 3(3), 87–93.
- Pentury, M. H., Nursyam, H., Harahap, N., & Soemarno. (2013). **Karakterisasi Maltodekstrin Dari Pati Hipokotil Mangrove (Bruguiera gymnorrhiza) Menggunakan Beberapa Metode Hidrolisis Enzim.** *Indonesian Green Technology Journal*, 2(1), 53–60.
- Permanasari, A. R. (2020). **The Pyrolysis Reactor Design and The Effect of Liquid Smoke from Coconut Shell on Microbial Contamination of Tofu.** *Current Journal: International Journal Applied Technology Research*, 1(2), 128–139. <https://doi.org/10.35313/ijatr.v1i2.28>
- Petzold, G., Gianelli, M. P., Bugueño, G., Celan, R., Pavez, C., & Orellana, P. (2014). **Encapsulation of liquid smoke flavoring in ca-alginate and ca-**

- alginate-chitosan beads.** *Journal of Food Science and Technology*, 51(1), 183–190. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1090-z>
- Purnomo, W., Khasanah, L. U., & Anandito, B. K. (2016). **Pengaruh Ratio Kombinasi Maltodekstrin, Karagenan dan Whey Terhadap Karakteristik Mikroenkapsulan Pewarna Alami daun Jati (Tectona Grandis Lf).** *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 3(3).
- Purwanti, M., P, J., & Kadirman. (2017). **Penguapan Air Dan Penyusutan Irisan Ubi Kayu Selama Proses Pengeringan Menggunakan Mesin Cabinet Dryer.** *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 3(2), 127–136. <https://doi.org/10.26858/jptp.v3i2.5524>
- Putranto, A. W., Puspaningarum, F. P., & Sukardi. (2020). **The Cyclone Separator Application on Physicochemical Characterization of Coconut Shell-Liquid Smoke Grade C.** *Advances in Food Science, Sustainable Agriculture and Agroindustrial Engineering*, 3(2), 68–74. <https://doi.org/10.21776/ub.afssae.2020.003.02.4>
- Putri, A., Rusli, M. S., & Setyaningsih, D. (2020). **Enkapsulasi Campuran Minyak Atsiri sebagai Produk Sediaan Aromaterapi dengan Teknik Koaservasi Kompleks.** *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 30(3), 299–307. <https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2020.30.3.299>
- Putriyana, R. S., Abdulah, I., Purwaningsih, I., & Silvia, L. (2018). **Sintesis Natrium Alginat dari Sargassum sp. dengan Proses Leaching.** *In Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*, 9, 89–93.
- Rabelo, R. S., Tavares, G. M., Prata, A. S., & Hubinger, M. D. (2019). **Complexation of chitosan with gum Arabic, sodium alginate and κ -carrageenan: Effects of pH, polymer ratio and salt concentration.** *Carbohydrate Polymers*, 223, 115120. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.115120>
- Rocha-Selmi, G. A., Favaro-Trindade, C. S., & Grosso, C. R. F. (2013). **Morphology, stability, and application of lycopene microcapsules produced by complex coacervation.** *Journal of Chemistry*, 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/982603>
- Sahlan, M., Fadhan, A. M., Pratami, D. K., Wijanarko, A., Lischer, K., Hermansyah, H., & Mahira, K. F. (2019). **Encapsulation of agarwood essential oil with maltodextrin and gum arabic.** *International Journal of Technology*, 10(8), 1541–1547. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v10i8.3485>
- Saloko, S., Darmadji, P., Setiaji, B., Pranoto, Y., & Anal, A. K. (2013). **Encapsulation of coconut shell liquid smoke in chitosan-maltodextrin based nanoparticles.** *International Food Research Journal*, 20(3), 1269–1276.
- Sarofa, U., & Saraswati, P. (2021). **Effect of Maltodextrin Concentration and Drying Temperature on The Characteristics of Watermelon (Citrullus vulgaris S .) Albedo Instant Drink Enriched with Telang Flower (Clitorea ternatea) Extract.** *Anjoro : International Journal of Agriculture*

and Business, 2(2), 50–57. <https://doi.org/10.31605/anjoro.v2i2.1058>

- Shaddel, R., Hesari, J., Azadmard-Damirchi, S., Hamishehkar, H., Fathi-Achachlouei, B., & Huang, Q. (2018). **Use of gelatin and gum Arabic for encapsulation of black raspberry anthocyanins by complex coacervation.** *International Journal of Biological Macromolecules*, 107, 1800–1810. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.10.044>
- Shetta, A., Kegere, J., & Mamdouh, W. (2019). **Comparative study of encapsulated peppermint and green tea essential oils in chitosan nanoparticles: Encapsulation, thermal stability, in-vitro release, antioxidant and antibacterial activities.** *International Journal of Biological Macromolecules*, 126, 731–742. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.12.161>
- Silva, P. T. da, Fries, L. L. M., Menezes, C. R. de, Holkem, A. T., Schwan, C. L., Wigmann, É. F., Bastos, J. de O., & Silva, C. de B. da. (2014). **Microencapsulation: concepts, mechanisms, methods and some applications in food technology.** *Ciência Rural*, 44(7), 1304–1311. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20130971>
- Suganya, V., & Anuradha, V. (2017). **Microencapsulation and Nanoencapsulation: A Review.** *International Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 9(3), 233–239. <https://doi.org/10.25258/ijpcr.v9i3.8324>
- Sukri, N., Multisona, R. R., Zaida, Saputra, R. A., Mahani, & Nurhadi, B. (2021). **Effect of maltodextrin and arabic gum ratio on physicochemical characteristic of spray dried propolis microcapsules.** *International Journal of Food Engineering*, 17(2), 159–165. <https://doi.org/10.1515/ijfe-2019-0050>
- Sushanti, G. (2018). **Laju Pengeringan Chips Mocaf Menggunakan Cabinet.** *Jurnal Galung Tropika*, 7(3), 229–235. <https://unida.ac.id/ojs/index.php/jp/article/view/603>
- Susianti, Amalia, U., & Rianingsih, L. (2020). **Penambahan Gum Arab dengan Konsentrasi yang Berbeda terhadap Kandungan Senyawa Volatil Bubuk Rusp Ikan Teri (Stolephorus sp.).** *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Perikanan*, 2(1), 10–19.
- Sutrisno, A. D. (2018). **Aplikasi Asap Cair Dari Tempurung Kelapa Terhadap Umur Simpan Sosis Sapi.** *Pasundan Food Technology Journal*, 5(1), 48. <https://doi.org/10.23969/pftj.v5i1.809>
- Syamsir, E., & Honestin, T. (2009). **Karakteristik Fisiko-Kimia Tepung Ubi Jalar Varietas Sukuh Dengan Variasi Proses Penepungan.** *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 20(2), 92. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jtip/article/view/1987>
- Umi Khasanah, L., Anandhito, B. K., Rachmawaty, T., Utami, R., & Manuhara, G. J. (2015). **Pengaruh Rasio Bahan Penyalut Maltodekstrin, Gum Arab, Dan Susu Skim Terhadap Karakteristik Fisik Dan Kimia Mikrokapsul**

- Oleoresin Daun Kayu Manis (Cinnamomum burmannii).** *Jurnal Agritech*, 35(04), 414. <https://doi.org/10.22146/agritech.9325>
- Vuillemin, M. E., Michaux, F., Muniglia, L., Linder, M., & Jasniewski, J. (2019). **Gum Arabic and chitosan self-assembly: Thermodynamic and mechanism aspects.** *Food Hydrocolloids*, 96(January), 463–474. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.05.048>
- Wang, B., Akanbi, T. O., Agyei, D., Holland, B. J., & Barrow, C. J. (2018). **Coacervation Technique as an Encapsulation and Delivery Tool for Hydrophobic Biofunctional Compounds.** In *Role of Materials Science in Food Bioengineering*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-811448-3.00007-3>
- Widyasanti, A., Sudaryanto, Arini, R., & Asgar, A. (2018). **Pengaruh Suhu Terhadap Karakteristik Fisikokimia dan Optik Brokoli Selama Proses Pengeringan Vakum dengan Tekanan 15 cmHg.** *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 22(1), 44. <https://doi.org/10.25077/jtpa.22.1.44-51.2018>
- Yang, Z., Peng, Z., Li, J., Li, S., Kong, L., Li, P., & Wang, Q. (2014). **Development and evaluation of novel flavour microcapsules containing vanilla oil using complex coacervation approach.** *Food Chemistry*, 145, 272–277. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.08.074>
- Yatagai, M., Nishimoto, M., Hori, K., Ohira, T., & Shibata, A. (2002). **Termiticidal Activity of Wood Vinegar, its Components and Their Homologues.** *Journal of Wood Science*, 48(4), 338–342. <https://doi.org/10.1007/BF00831357>
- Yuliawaty, S. T., & Susanto, W. H. (2015). **Effect of Drying Time and Concentration of Maltodextrin on The Physical Chemical and Organoleptic Characteristic of Instant Drink Noni Leaf (Morinda citrifolia).** *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 3(1), 41–51.
- Yunus, M. (2011). **Teknologi Pembuatan Asap Cair dari Tempurung Kelapa sebagai Pengawet Makanan.** *J. Sains Dan Inovasi*, 7(1), 53–61.
- Yusop, F. H. M., Manaf, S. F. A., & Hamzah, F. (2017). **Preservation of Bioactive Compound via Microencapsulation.** *Chemical Engineering Research Bulletin*, 19, 50. <https://doi.org/10.3329/ceb.v19i0.33796>

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Analisis Ukuran Kapsul

Keterangan kode sampel

AC = Alginat-Cabinet dryer

AGC = Alginat+gum arab-Cabinet dryer

AKC= Alginat+kitosan-Cabinet dryer

ATC= Alginat+tapioka-Cabinet dryer

AMC=Alginat+maltodekstrin-Cabinet dryer

AR = Alginat-Kering angin

AGR = Alginat+gum arab-Kering angin

AKR= Alginat+kitosan-Kering angin

ATR= Alginat+tapioka-Kering angin

AMR=Alginat+maltodekstrin-Kering angin

| Sampel | U1 | U2 | U3 | Rata-rata (mm) | Standar Deviasi |
|--------|------|------|------|----------------|-----------------|
| A-C | 3 | 2,45 | 3 | 2,53 | 0,43 |
| | 3 | 2 | 3 | | |
| | 3,4 | 2,5 | 2,1 | | |
| | 2,6 | 2,2 | 2 | | |
| | 2 | 2,45 | 2,7 | | |
| | 3 | 2,45 | 3 | | |
| | 3 | 2,2 | 3 | | |
| | 2,1 | 2,5 | 2 | | |
| | 2 | 2,6 | 2 | | |
| | 2,7 | 2 | 3 | | |
| AG-C | 1,4 | 2,4 | 3 | 2,16 | 0,88 |
| | 2 | 2 | 3 | | |
| | 1,6 | 1,35 | 3,8 | | |
| | 1,55 | 2,45 | 3 | | |
| | 1 | 2,7 | 3 | | |
| | 1,6 | 2 | 3,7 | | |
| | 1 | 1 | 3 | | |
| | 2,4 | 2 | 3 | | |
| | 1 | 1,6 | 2,35 | | |
| 1 | 1,55 | 3,8 | | | |
| AK-C | 3 | 2 | 2,45 | 2,45 | 0,54 |
| | 3,25 | 1,55 | 2,9 | | |
| | 3 | 1,85 | 2 | | |
| | 2,75 | 2,2 | 2,6 | | |
| | 2,6 | 1,7 | 2,5 | | |
| | 2,5 | 1,6 | 2,75 | | |
| | 2,9 | 1,6 | 2,5 | | |
| | 2 | 2,5 | 2,7 | | |
| | 3,6 | 1,6 | 2,45 | | |
| 3,3 | 2,6 | 2,45 | | | |
| AT-C | 3 | 3 | 1,3 | 2,36 | 0,59 |
| | 2,5 | 3 | 1,35 | | |
| | 2,5 | 2 | 1,45 | | |

| | | | | | |
|------|------|------|------|------|------|
| | 3 | 2 | 1,35 | | |
| | 2,55 | 2 | 1,7 | | |
| | 3 | 2,55 | 2 | | |
| | 2,5 | 2,45 | 2,1 | | |
| | 2 | 2,1 | 2,5 | | |
| | 2,1 | 3 | 2,5 | | |
| | 3,4 | 3,4 | 2,5 | | |
| AM-C | 3,6 | 1,2 | 2,7 | 2,58 | 0,64 |
| | 3 | 2 | 2,45 | | |
| | 2,7 | 2 | 3 | | |
| | 3 | 1,3 | 2 | | |
| | 3,6 | 1,7 | 2,5 | | |
| | 2,2 | 1,6 | 3 | | |
| | 3 | 2,7 | 2,7 | | |
| | 3,5 | 2,2 | 2,2 | | |
| | 3 | 2,7 | 3 | | |
| | 3 | 2,45 | 3,5 | | |
| AR | 2,3 | 4 | 2,35 | 2,3 | 0,53 |
| | 1,35 | 2,9 | 2,35 | | |
| | 1,65 | 3,2 | 2,4 | | |
| | 2,2 | 2,4 | 2,7 | | |
| | 2 | 2,2 | 2,3 | | |
| | 2,35 | 2,2 | 2,2 | | |
| | 2,35 | 2 | 2,2 | | |
| | 1 | 2,7 | 2,9 | | |
| | 2,2 | 2 | 2,2 | | |
| | 2,2 | 2 | 2,2 | | |
| AGR | 2,1 | 2,1 | 1,85 | 1,82 | 0,54 |
| | 2,2 | 2,2 | 1,3 | | |
| | 1,85 | 2,2 | 1,4 | | |
| | 1,3 | 2,3 | 1,35 | | |
| | 2,2 | 2 | 1 | | |
| | 1,4 | 2 | 1,7 | | |
| | 1,35 | 2 | 1 | | |
| | 1 | 3 | 1 | | |
| | 1,75 | 2,4 | 1,6 | | |
| | 2,3 | 3 | 1,6 | | |
| AKR | 3 | 3 | 2,7 | 2,65 | 0,62 |
| | 3,6 | 3,6 | 2,2 | | |
| | 3,3 | 3,3 | 2,65 | | |
| | 2,7 | 3,85 | 2,65 | | |
| | 2,2 | 3 | 2 | | |
| | 2,65 | 2,7 | 2 | | |

| | | | | | |
|-----|------|------|------|------|------|
| | 2,65 | 2,45 | 2 | | |
| | 2,5 | 2,3 | 1,45 | | |
| | 2,8 | 2,45 | 1,7 | | |
| | 3,85 | 2,65 | 1,6 | | |
| ATR | 2,4 | 2,4 | 3,4 | 2,55 | 0,75 |
| | 2,45 | 2,45 | 2,7 | | |
| | 2,7 | 2,7 | 3 | | |
| | 3,4 | 2 | 3 | | |
| | 5 | 1,9 | 3,2 | | |
| | 3 | 1,5 | 2,5 | | |
| | 3 | 1,6 | 2 | | |
| | 3 | 1,35 | 2,4 | | |
| | 2,7 | 1,6 | 2,4 | | |
| | 3,2 | 1,6 | 2 | | |
| | | | | | |
| AMR | 2,7 | 3 | 2 | 2,18 | 0,53 |
| | 1,6 | 3,2 | 1,6 | | |
| | 1,3 | 2,7 | 1,9 | | |
| | 1,45 | 2,2 | 2 | | |
| | 1,5 | 3 | 2,2 | | |
| | 2 | 2,5 | 2,5 | | |
| | 1,9 | 2,2 | 2,45 | | |
| | 2,5 | 2,45 | 1,6 | | |
| | 2,45 | 2,7 | 1,3 | | |
| | 2,45 | 2,5 | 1,45 | | |

Lampiran 2. Hasil SPSS Ukuran Kapsul

Descriptives

ukurankapsul

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|-------|-----|--------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| AC | 30 | 2,5317 | ,43101 | ,07869 | 2,3707 | 2,6926 | 2,00 | 3,40 |
| AGC | 30 | 2,1750 | ,87600 | ,15993 | 1,8479 | 2,5021 | 1,00 | 3,80 |
| AKC | 30 | 2,4467 | ,54408 | ,09933 | 2,2435 | 2,6498 | 1,55 | 3,60 |
| ATC | 30 | 2,3600 | ,59006 | ,10773 | 2,1397 | 2,5803 | 1,30 | 3,40 |
| AMC | 30 | 2,5833 | ,64371 | ,11753 | 2,3430 | 2,8237 | 1,20 | 3,60 |
| Total | 150 | 2,4193 | ,64216 | ,05243 | 2,3157 | 2,5229 | 1,00 | 3,80 |

Ukurankapsul

Duncan^a

| UK_CD | N | Subset for alpha = 0.05 | |
|-------|----|-------------------------|--------|
| | | 1 | 2 |
| AGC | 30 | 2,1750 | |
| ATC | 30 | 2,3600 | 2,3600 |
| AKC | 30 | 2,4467 | 2,4467 |
| AC | 30 | | 2,5317 |
| AMC | 30 | | 2,5833 |
| Sig. | | ,119 | ,219 |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30,000.

Ukurankapsul

Duncan^a

| Subset for alpha = 0.05 | | | | | |
|-------------------------|----|--------|--------|--------|--------|
| UK_KA | N | 1 | 2 | 3 | 4 |
| AGR | 30 | 1,8150 | | | |
| AMR | 30 | | 2,1767 | | |
| AR | 30 | | 2,3000 | 2,3000 | |
| ATR | 30 | | | 2,5517 | 2,5517 |
| AKR | 30 | | | | 2,6500 |
| Sig. | | 1,000 | ,428 | ,107 | ,527 |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30,000.

Group Statistics

| | | UK_alinat | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|--------------|----|-----------|----|--------|----------------|-----------------|
| Ukurankapsul | AC | | 30 | 2,5317 | ,43101 | ,07869 |
| | AR | | 30 | 2,3000 | ,53288 | ,09729 |

Independent Samples Test

| | | Levene's Test for Equality of Variances | | | | t-test for Equality of Means | | | | |
|--------------|-----------------------------|---|------|-------|--------|------------------------------|-----------------|-----------------------|---|--------|
| | | F | Sig. | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | 95% Confidence Interval of the Difference | |
| | | | | | | | | | Lower | Upper |
| ukurankapsul | Equal variances assumed | ,194 | ,661 | 1,851 | 58 | ,069 | ,23167 | ,12513 | -,01881 | ,48215 |
| | Equal variances not assumed | | | 1,851 | 55,572 | ,069 | ,23167 | ,12513 | -,01904 | ,48238 |

→ T-Test

Group Statistics

| | | UK_Gum arab | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|--------------|-----|-------------|----|--------|----------------|-----------------|
| ukurankapsul | AGC | | 30 | 2,1750 | ,87600 | ,15993 |
| | AGR | | 30 | 1,8150 | ,54316 | ,09917 |

Independent Samples Test

| | | Levene's Test for Equality of Variances | | | | t-test for Equality of Means | | | | |
|--------------|-----------------------------|---|------|-------|--------|------------------------------|-----------------|-----------------------|---|--------|
| | | F | Sig. | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | 95% Confidence Interval of the Difference | |
| | | | | | | | | | Lower | Upper |
| ukurankapsul | Equal variances assumed | 9,370 | ,003 | 1,913 | 58 | ,061 | ,36000 | ,18818 | -,01669 | ,73669 |
| | Equal variances not assumed | | | 1,913 | 48,427 | ,062 | ,36000 | ,18818 | -,01828 | ,73828 |

→ T-Test

Group Statistics

| UK_khitosan | | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|--------------|-----|----|--------|----------------|-----------------|
| ukurankapsul | AKC | 30 | 2,4467 | ,54408 | ,09933 |
| | AKR | 30 | 2,6500 | ,62339 | ,11382 |

Independent Samples Test

| | | Levene's Test for Equality of Variances | | t-test for Equality of Means | | | | 95% Confidence Interval of the Difference | | |
|--------------|-----------------------------|---|------|------------------------------|--------|-----------------|-----------------|---|---------|--------|
| | | F | Sig. | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | Lower | Upper |
| ukurankapsul | Equal variances assumed | ,164 | ,687 | -1,346 | 58 | ,184 | -,20333 | ,15107 | -,50573 | ,09906 |
| | Equal variances not assumed | | | -1,346 | 56,958 | ,184 | -,20333 | ,15107 | -,50585 | ,09918 |

→ T-Test

Group Statistics

| UK_TAPIOKA | | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|--------------|-----|----|--------|----------------|-----------------|
| ukurankapsul | ATC | 30 | 2,3600 | ,59006 | ,10773 |
| | ATR | 30 | 2,5517 | ,74481 | ,13598 |

Independent Samples Test

| | | Levene's Test for Equality of Variances | | t-test for Equality of Means | | | | 95% Confidence Interval of the Difference | | |
|--------------|-----------------------------|---|------|------------------------------|--------|-----------------|-----------------|---|---------|--------|
| | | F | Sig. | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | Lower | Upper |
| ukurankapsul | Equal variances assumed | ,420 | ,519 | -1,105 | 58 | ,274 | -,19167 | ,17348 | -,53893 | ,15560 |
| | Equal variances not assumed | | | -1,105 | 55,115 | ,274 | -,19167 | ,17348 | -,53932 | ,15599 |

→ T-Test

Group Statistics

| UK_TAPIOKA | | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|--------------|-----|----|--------|----------------|-----------------|
| ukurankapsul | ATC | 30 | 2,3600 | ,59006 | ,10773 |
| | ATR | 30 | 2,5517 | ,74481 | ,13598 |

Independent Samples Test

| | | Levene's Test for Equality of Variances | | t-test for Equality of Means | | | | 95% Confidence Interval of the Difference | | |
|--------------|-----------------------------|---|------|------------------------------|--------|-----------------|-----------------|---|---------|--------|
| | | F | Sig. | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | Lower | Upper |
| ukurankapsul | Equal variances assumed | ,420 | ,519 | -1,105 | 58 | ,274 | -,19167 | ,17348 | -,53893 | ,15560 |
| | Equal variances not assumed | | | -1,105 | 55,115 | ,274 | -,19167 | ,17348 | -,53932 | ,15599 |

Lampiran 3. Hasil Analisis Warna



The Best Chemicals Solution

Lab. Chem-Mix Pratama

HASIL ANALISA

Nomor:028/CMP/10/2021

Laboratorium Pengujian : Laboratorium Chem-Mix Pratama
Tanggal Pengujian : 28 Oktober 2021

| No | Kode | L | | |
|----|------|-----------|-----------|-----------|
| | | Ulangan 1 | Ulangan 2 | Ulangan 3 |
| 1 | AC | 45,60 | 44,60 | 40,40 |
| 2 | AGC | 44,50 | 41,30 | 46,60 |
| 3 | AKC | 45,60 | 45,50 | 44,50 |
| 4 | ATC | 49,00 | 50,90 | 47,80 |
| 5 | AMC | 55,70 | 55,70 | 52,20 |
| 6 | AR | 47,80 | 47,80 | 44,60 |
| 7 | AGR | 33,80 | 37,00 | 37,00 |
| 8 | AKR | 43,40 | 40,30 | 41,30 |
| 9 | ATR | 43,60 | 46,60 | 46,70 |
| 10 | AMR | 42,50 | 45,70 | 42,50 |

| No | Kode | a | | |
|----|------|-----------|-----------|-----------|
| | | Ulangan 1 | Ulangan 2 | Ulangan 3 |
| 1 | AC | 9,00 | 11,30 | 14,20 |
| 2 | AGC | 10,70 | 11,40 | 12,70 |
| 3 | AKC | 9,00 | 8,30 | 10,90 |
| 4 | ATC | 3,00 | 3,90 | 4,80 |
| 5 | AMC | 3,40 | 3,40 | 3,40 |
| 6 | AR | 4,80 | 4,30 | 4,80 |
| 7 | AGR | 15,00 | 14,00 | 14,20 |
| 8 | AKR | 13,00 | 13,80 | 11,40 |
| 9 | ATR | 7,60 | 6,30 | 6,60 |
| 10 | AMR | 9,50 | 9,40 | 9,90 |

| No | Kode | b | | |
|----|------|-----------|-----------|-----------|
| | | Ulangan 1 | Ulangan 2 | Ulangan 3 |
| 1 | AC | 42,60 | 41,60 | 41,10 |
| 2 | AGC | 48,00 | 47,30 | 43,90 |
| 3 | AKC | 42,60 | 48,90 | 45,30 |
| 4 | ATC | 38,60 | 44,70 | 41,30 |
| 5 | AMC | 29,60 | 29,60 | 33,80 |
| 6 | AR | 41,30 | 44,80 | 45,10 |
| 7 | AGR | 43,40 | 46,00 | 43,60 |
| 8 | AKR | 47,10 | 46,50 | 47,30 |
| 9 | ATR | 40,30 | 47,20 | 43,70 |
| 10 | AMR | 43,10 | 39,00 | 39,20 |

Notasi L menyatakan parameter kecerahan (Light) mempunyai nilai 0 (hitam) sampai 100 (putih)

Nilai L menyatakan keahayaan pantul yang menghasilkan warna kromatik putih abu-abu dan hitam

Notasi a menyatakan kromatik campuran merah hijau

Nilai +a (positif) dari 0 sampai +100 untuk warna merah

Nilai -a (negatif) dari 0 sampai -80 untuk warna hijau

Notasi b menyatakan kromatik campuran biru kuning

Nilai +b (positif) dari 0 sampai +70 untuk warna kuning

Nilai -b (negatif) dari 0 sampai -70 untuk warna biru

Diperiksa Oleh Pimpinan

Dwi Widyanoro

Analisis

(.....)

Kretek, Jambidan, Banguntapan, Bantul, YogyakartaTelp.
0812 2806 3145 / 0813 2527 1288

Lampiran 4. Hasil SPSS Warna

→ Oneway

[DataSet1] E:\Materi TekPang\semester 8 & 9\data skripsi\warna\warna.sav

Descriptives

| | | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|---|-------|----|---------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| L | AC | 3 | 43,5333 | 2,75923 | 1,59304 | 36,6790 | 50,3876 | 40,40 | 45,60 |
| | AGC | 3 | 44,1333 | 2,66896 | 1,54092 | 37,5033 | 50,7634 | 41,30 | 46,60 |
| | AKC | 3 | 45,2000 | ,60828 | ,35119 | 43,6890 | 46,7110 | 44,50 | 45,60 |
| | ATC | 3 | 49,2333 | 1,56312 | ,90247 | 45,3503 | 53,1163 | 47,80 | 50,90 |
| | AMC | 3 | 54,5333 | 2,02073 | 1,16667 | 49,5136 | 59,5531 | 52,20 | 55,70 |
| | Total | 15 | 47,3267 | 4,60829 | 1,18986 | 44,7747 | 49,8787 | 40,40 | 55,70 |
| a | AC | 3 | 11,5000 | 2,60576 | 1,50444 | 5,0269 | 17,9731 | 9,00 | 14,20 |
| | AGC | 3 | 11,6000 | 1,01489 | ,58595 | 9,0789 | 14,1211 | 10,70 | 12,70 |
| | AKC | 3 | 9,4000 | 1,34536 | ,77675 | 6,0579 | 12,7421 | 8,30 | 10,90 |
| | ATC | 3 | 3,9000 | ,90000 | ,51962 | 1,6643 | 6,1357 | 3,00 | 4,80 |
| | AMC | 3 | 3,4000 | ,00000 | ,00000 | 3,4000 | 3,4000 | 3,40 | 3,40 |
| | Total | 15 | 7,9600 | 3,93043 | 1,01483 | 5,7834 | 10,1366 | 3,00 | 14,20 |
| b | AC | 3 | 41,7667 | ,76376 | ,44096 | 39,8694 | 43,6640 | 41,10 | 42,60 |
| | AGC | 3 | 46,4000 | 2,19317 | 1,26623 | 40,9519 | 51,8481 | 43,90 | 48,00 |
| | AKC | 3 | 45,6000 | 3,16070 | 1,82483 | 37,7484 | 53,4516 | 42,60 | 48,90 |
| | ATC | 3 | 41,5333 | 3,05669 | 1,76478 | 33,9401 | 49,1266 | 38,60 | 44,70 |
| | AMC | 3 | 31,0000 | 2,42487 | 1,40000 | 24,9763 | 37,0237 | 29,60 | 33,80 |
| | Total | 15 | 41,2600 | 6,05791 | 1,56415 | 37,9052 | 44,6148 | 29,60 | 48,90 |

L

Duncan^a

| sampel | N | Subset for alpha = 0.05 | | |
|--------|---|-------------------------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| AC | 3 | 43,5333 | | |
| AGC | 3 | 44,1333 | | |
| AKC | 3 | 45,2000 | | |
| ATC | 3 | | 49,2333 | |
| AMC | 3 | | | 54,5333 |
| Sig. | | ,371 | 1,000 | 1,000 |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

a

Duncan^a

| sampel | N | Subset for alpha = 0.05 | |
|--------|---|-------------------------|---------|
| | | 1 | 2 |
| AMC | 3 | 3,4000 | |
| ATC | 3 | 3,9000 | |
| AKC | 3 | | 9,4000 |
| AC | 3 | | 11,5000 |
| AGC | 3 | | 11,6000 |
| Sig. | | ,681 | ,105 |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

b

Duncan^a

| sampel | N | Subset for alpha = 0.05 | | |
|--------|---|-------------------------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| AMC | 3 | 31,0000 | | |
| ATC | 3 | | 41,5333 | |
| AC | 3 | | 41,7667 | 41,7667 |
| AKC | 3 | | 45,6000 | 45,6000 |
| AGC | 3 | | | 46,4000 |
| Sig. | | 1,000 | ,083 | ,053 |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

→ Oneway

Descriptives

| | | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|---|-------|----|---------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| L | AR | 3 | 46,7333 | 1,84752 | 1,06667 | 42,1438 | 51,3228 | 44,60 | 47,80 |
| | AGR | 3 | 35,9333 | 1,84752 | 1,06667 | 31,3438 | 40,5228 | 33,80 | 37,00 |
| | AKR | 3 | 41,6667 | 1,58219 | ,91348 | 37,7363 | 45,5971 | 40,30 | 43,40 |
| | ATR | 3 | 45,6333 | 1,76163 | 1,01708 | 41,2572 | 50,0095 | 43,60 | 46,70 |
| | AMR | 3 | 43,5667 | 1,84752 | 1,06667 | 38,9772 | 48,1562 | 42,50 | 45,70 |
| | Total | 15 | 42,7067 | 4,21841 | 1,08919 | 40,3706 | 45,0427 | 33,80 | 47,80 |
| a | AR | 3 | 4,6333 | ,28868 | ,16667 | 3,9162 | 5,3504 | 4,30 | 4,80 |
| | AGR | 3 | 14,4000 | ,52915 | ,30551 | 13,0855 | 15,7145 | 14,00 | 15,00 |
| | AKR | 3 | 12,7333 | 1,22202 | ,70553 | 9,6977 | 15,7690 | 11,40 | 13,80 |
| | ATR | 3 | 6,8333 | ,68069 | ,39299 | 5,1424 | 8,5243 | 6,30 | 7,60 |
| | AMR | 3 | 9,6000 | ,26458 | ,15275 | 8,9428 | 10,2572 | 9,40 | 9,90 |
| | Total | 15 | 9,6400 | 3,78244 | ,97662 | 7,5454 | 11,7346 | 4,30 | 15,00 |
| b | AR | 3 | 43,7333 | 2,11266 | 1,21974 | 38,4852 | 48,9815 | 41,30 | 45,10 |
| | AGR | 3 | 44,3333 | 1,44684 | ,83533 | 40,7392 | 47,9275 | 43,40 | 46,00 |
| | AKR | 3 | 46,9667 | ,41633 | ,24037 | 45,9324 | 48,0009 | 46,50 | 47,30 |
| | ATR | 3 | 43,7333 | 3,45012 | 1,99193 | 35,1628 | 52,3039 | 40,30 | 47,20 |
| | AMR | 3 | 40,4333 | 2,31157 | 1,33458 | 34,6911 | 46,1756 | 39,00 | 43,10 |
| | Total | 15 | 43,8400 | 2,83972 | ,73321 | 42,2674 | 45,4126 | 39,00 | 47,30 |

L

Duncan^a

| sampel | N | Subset for alpha = 0.05 | | |
|--------|---|-------------------------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| AGR | 3 | 35,9333 | | |
| AKR | 3 | | 41,6667 | |
| AMR | 3 | | 43,5667 | 43,5667 |
| ATR | 3 | | | 45,6333 |
| AR | 3 | | | 46,7333 |
| Sig. | | 1,000 | ,220 | ,064 |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

a

Duncan^a

| sampel | N | Subset for alpha = 0.05 | | | | |
|--------|---|-------------------------|--------|--------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| AR | 3 | 4,6333 | | | | |
| ATR | 3 | | 6,8333 | | | |
| AMR | 3 | | | 9,6000 | | |
| AKR | 3 | | | | 12,7333 | |
| AGR | 3 | | | | | 14,4000 |
| Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

b

Duncan^a

| sampel | N | Subset for alpha = 0.05 | |
|--------|---|-------------------------|---------|
| | | 1 | 2 |
| AMR | 3 | 40,4333 | |
| AR | 3 | 43,7333 | 43,7333 |
| ATR | 3 | 43,7333 | 43,7333 |
| AGR | 3 | 44,3333 | 44,3333 |
| AKR | 3 | | 46,9667 |
| Sig. | | ,069 | ,123 |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Group Statistics

| | ALGINAT | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|---|---------|---|---------|----------------|-----------------|
| L | AC | 3 | 43,5333 | 2,75923 | 1,59304 |
| | AR | 3 | 46,7333 | 1,84752 | 1,06667 |
| a | AC | 3 | 11,5000 | 2,60576 | 1,50444 |
| | AR | 3 | 4,6333 | ,28868 | ,16667 |
| b | AC | 3 | 41,7667 | ,76376 | ,44096 |
| | AR | 3 | 43,7333 | 2,11266 | 1,21974 |

Independent Samples Test

| | | Levene's Test for Equality of Variances | | t-test for Equality of Means | | | | | | |
|---|-----------------------------|---|------|------------------------------|-------|-----------------|-----------------|-----------------------|---|----------|
| | | F | Sig. | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | 95% Confidence Interval of the Difference | |
| | | | | | | | | | Lower | Upper |
| L | Equal variances assumed | ,921 | ,392 | -1,669 | 4 | ,170 | -3,20000 | 1,91717 | -8,52293 | 2,12293 |
| | Equal variances not assumed | | | -1,669 | 3,493 | ,181 | -3,20000 | 1,91717 | -8,84177 | 2,44177 |
| a | Equal variances assumed | 3,851 | ,121 | 4,537 | 4 | ,011 | 6,86667 | 1,51364 | 2,66412 | 11,06921 |
| | Equal variances not assumed | | | 4,537 | 2,049 | ,043 | 6,86667 | 1,51364 | ,50123 | 13,23210 |
| b | Equal variances assumed | 5,364 | ,081 | -1,516 | 4 | ,204 | -1,96667 | 1,29701 | -5,56773 | 1,63440 |
| | Equal variances not assumed | | | -1,516 | 2,514 | ,243 | -1,96667 | 1,29701 | -6,58459 | 2,65126 |

Group Statistics

| | GUM ARAB | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|---|----------|---|---------|----------------|-----------------|
| L | AGC | 3 | 44,1333 | 2,66896 | 1,54092 |
| | AGR | 3 | 35,9333 | 1,84752 | 1,06667 |
| a | AGC | 3 | 11,6000 | 1,01489 | ,58595 |
| | AGR | 3 | 14,4000 | ,52915 | ,30551 |
| b | AGC | 3 | 46,4000 | 2,19317 | 1,26623 |
| | AGR | 3 | 44,3333 | 1,44684 | ,83533 |

Independent Samples Test

| | | Levene's Test for Equality of Variances | | t-test for Equality of Means | | | | | | |
|---|-----------------------------|---|------|------------------------------|-------|-----------------|-----------------|-----------------------|---|----------|
| | | F | Sig. | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | 95% Confidence Interval of the Difference | |
| | | | | | | | | | Lower | Upper |
| L | Equal variances assumed | ,304 | ,611 | 4,375 | 4 | ,012 | 8,20000 | 1,87409 | 2,99669 | 13,40331 |
| | Equal variances not assumed | | | 4,375 | 3,559 | ,015 | 8,20000 | 1,87409 | 2,73213 | 13,66787 |
| a | Equal variances assumed | 1,266 | ,323 | -4,237 | 4 | ,013 | -2,80000 | ,66081 | -4,63470 | -,96530 |
| | Equal variances not assumed | | | -4,237 | 3,013 | ,024 | -2,80000 | ,66081 | -4,89804 | -,70196 |
| b | Equal variances assumed | 1,046 | ,364 | 1,362 | 4 | ,245 | 2,06667 | 1,51694 | -2,14504 | 6,27837 |
| | Equal variances not assumed | | | 1,362 | 3,464 | ,255 | 2,06667 | 1,51694 | -2,41517 | 6,54851 |

Group Statistics

| | khitosan | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|---|----------|---|---------|----------------|-----------------|
| L | AKC | 3 | 45,2000 | ,60828 | ,35119 |
| | AKR | 3 | 41,6667 | 1,58219 | ,91348 |
| a | AKC | 3 | 9,4000 | 1,34536 | ,77675 |
| | AKR | 3 | 12,7333 | 1,22202 | ,70553 |
| b | AKC | 3 | 45,6000 | 3,16070 | 1,82483 |
| | AKR | 3 | 46,9667 | ,41633 | ,24037 |

Independent Samples Test

| | | Levene's Test for Equality of Variances | | t-test for Equality of Means | | | | | | |
|---|-----------------------------|---|------|------------------------------|-------|-----------------|-----------------|-----------------------|---|---------|
| | | F | Sig. | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | 95% Confidence Interval of the Difference | |
| | | | | | | | | | Lower | Upper |
| L | Equal variances assumed | 2,619 | ,181 | 3,610 | 4 | ,023 | 3,53333 | ,97866 | ,81613 | 6,25053 |
| | Equal variances not assumed | | | 3,610 | 2,579 | ,047 | 3,53333 | ,97866 | ,11006 | 6,95661 |
| a | Equal variances assumed | ,060 | ,819 | -3,177 | 4 | ,034 | -3,33333 | 1,04934 | -6,24676 | -,41990 |
| | Equal variances not assumed | | | -3,177 | 3,964 | ,034 | -3,33333 | 1,04934 | -6,25735 | -,40931 |
| b | Equal variances assumed | 3,881 | ,120 | -,743 | 4 | ,499 | -1,36667 | 1,84059 | -6,47697 | 3,74364 |
| | Equal variances not assumed | | | -,743 | 2,069 | ,533 | -1,36667 | 1,84059 | -9,03701 | 6,30368 |

Group Statistics

| | tapioka | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|---|---------|---|---------|----------------|-----------------|
| L | ATC | 3 | 49,2333 | 1,56312 | ,90247 |
| | ATR | 3 | 45,6333 | 1,76163 | 1,01708 |
| a | ATC | 3 | 3,9000 | ,90000 | ,51962 |
| | ATR | 3 | 6,8333 | ,68069 | ,39299 |
| b | ATC | 3 | 41,5333 | 3,05669 | 1,76478 |
| | ATR | 3 | 43,7333 | 3,45012 | 1,99193 |

Independent Samples Test

| | | Levene's Test for Equality of Variances | | t-test for Equality of Means | | | | | | |
|---|-----------------------------|---|------|------------------------------|-------|-----------------|-----------------|-----------------------|---|----------|
| | | F | Sig. | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | 95% Confidence Interval of the Difference | |
| | | | | | | | | | Lower | Upper |
| L | Equal variances assumed | ,191 | ,685 | 2,648 | 4 | ,057 | 3,60000 | 1,35974 | -,17524 | 7,37524 |
| | Equal variances not assumed | | | 2,648 | 3,944 | ,058 | 3,60000 | 1,35974 | -,19641 | 7,39641 |
| a | Equal variances assumed | ,069 | ,805 | -4,502 | 4 | ,011 | -2,93333 | ,65149 | -4,74217 | -,112450 |
| | Equal variances not assumed | | | -4,502 | 3,724 | ,013 | -2,93333 | ,65149 | -4,79629 | -,107037 |
| b | Equal variances assumed | ,018 | ,899 | -,827 | 4 | ,455 | -2,20000 | 2,66124 | -9,58880 | 5,18880 |
| | Equal variances not assumed | | | -,827 | 3,943 | ,456 | -2,20000 | 2,66124 | -9,63130 | 5,23130 |

Group Statistics

| | MALTODEKSTRIN | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|---|---------------|---|---------|----------------|-----------------|
| L | AMC | 3 | 54,5333 | 2,02073 | 1,16667 |
| | AMR | 3 | 43,5667 | 1,84752 | 1,06667 |
| a | AMC | 3 | 3,4000 | ,00000 | ,00000 |
| | AMR | 3 | 9,6000 | ,26458 | ,15275 |
| b | AMC | 3 | 31,0000 | 2,42487 | 1,40000 |
| | AMR | 3 | 40,4333 | 2,31157 | 1,33458 |

Independent Samples Test

| | | Levene's Test for Equality of Variances | | t-test for Equality of Means | | | | | 95% Confidence Interval of the Difference | |
|---|-----------------------------|---|------|------------------------------|-------|-----------------|-----------------|-----------------------|---|----------|
| | | F | Sig. | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | Lower | Upper |
| L | Equal variances assumed | ,064 | ,813 | 6,937 | 4 | ,002 | 10,96667 | 1,58079 | 6,57770 | 15,35564 |
| | Equal variances not assumed | | | 6,937 | 3,968 | ,002 | 10,96667 | 1,58079 | 6,56384 | 15,36950 |
| a | Equal variances assumed | 12,000 | ,026 | -40,589 | 4 | ,000 | -6,20000 | ,15275 | -6,62411 | -5,77589 |
| | Equal variances not assumed | | | -40,589 | 2,000 | ,001 | -6,20000 | ,15275 | -6,85724 | -5,54276 |
| b | Equal variances assumed | ,019 | ,897 | -4,877 | 4 | ,008 | -9,43333 | 1,93420 | -14,80352 | -4,06315 |
| | Equal variances not assumed | | | -4,877 | 3,991 | ,008 | -9,43333 | 1,93420 | -14,80837 | -4,05830 |

Lampiran 5. Hasil Analisis Kadar AirA. Kadar air sampel pengering *cabinet dryer*

| SAMPEL | Berat cawan (W1) | Sampel (W) | W2 | Kadar Air (%) | Rata-rata | Standar Deviasi |
|--------|------------------|------------|---------|---------------|-----------|-----------------|
| A-C1 | 20,3586 | 1,082 | 21,3614 | 7,90 | 7,92 | 0,10 |
| A-C2 | 22,2083 | 1,0201 | 23,153 | 7,98 | | |
| A-C3 | 22,064 | 1,0948 | 23,0773 | 8,04 | | |
| A-C4 | 11,6647 | 1,0118 | 12,6036 | 7,764 | | |
| A-C5 | 11,8599 | 1,1091 | 12,8881 | 7,87 | | |
| A-C6 | 11,774 | 1,0199 | 12,7189 | 7,94 | | |
| AG-C1 | 11,3193 | 1,069 | 12,3137 | 7,50 | 7,54 | 0,14 |
| AG-C2 | 20,3932 | 1,0865 | 21,4049 | 7,39 | | |
| AG-C3 | 19,365 | 1,1274 | 20,4136 | 7,52 | | |
| AG-C4 | 20,1046 | 1,0635 | 21,0938 | 7,51 | | |
| AG-C5 | 21,5306 | 1,1081 | 22,5585 | 7,80 | | |
| AG-C6 | 22,139 | 1,009 | 23,0773 | 7,54 | | |
| AK-C1 | 20,1057 | 1,0126 | 21,047 | 7,58 | 8,42 | 0,81 |
| AK-C2 | 21,577 | 1,0339 | 22,5382 | 7,56 | | |
| AK-C3 | 22,349 | 1,0184 | 23,2869 | 8,58 | | |
| AK-C4 | 11,7656 | 1,0081 | 12,6843 | 9,73 | | |
| AK-C5 | 22,0909 | 1,024 | 23,0358 | 8,37 | | |
| AK-C6 | 21,1833 | 1,0583 | 22,1571 | 8,68 | | |
| AT-C1 | 21,5279 | 1,0173 | 22,4785 | 7,02 | 7,90 | 1,46 |
| AT-C2 | 11,7736 | 1,0364 | 12,7209 | 9,41 | | |
| AT-C3 | 21,7611 | 1,0033 | 22,6987 | 7,01 | | |

| SAMPEL | Berat cawan (W1) | Sampel (W) | W2 | Kadar Air (%) | Rata-rata | Standar Deviasi |
|--------|------------------|------------|---------|---------------|-----------|-----------------|
| AT-C4 | 11,319 | 1,0326 | 12,2638 | 9,29 | | |
| AT-C5 | 22,0913 | 1,0162 | 23,0511 | 5,88 | | |
| AT-C6 | 20,1481 | 1,0423 | 21,106 | 8,81 | | |
| AM-C1 | 22,0982 | 1,0944 | 23,1118 | 7,97 | 8,65 | 1,24 |
| AM-C2 | 21,5876 | 1,0126 | 22,5279 | 7,69 | | |
| AM-C3 | 21,675 | 1,1 | 22,6952 | 7,82 | | |
| AM-C4 | 20,373 | 1,0517 | 21,3269 | 10,25 | | |
| AM-C5 | 22,3599 | 1,0218 | 23,3068 | 7,91 | | |
| AM-C6 | 21,6751 | 1,0881 | 22,6622 | 10,23 | | |

B. Kadar air sampel pengering kering angin

| SAMPEL | Berat cawan (W1) | Sampel (W) | W2 | Kadar Air (%) | Rata-rata | Standar deviasi |
|--------|------------------|------------|---------|---------------|-----------|-----------------|
| A-R1 | 11,4202 | 1,096 | 12,3164 | 22,29 | 22,25 | 0,58 |
| A-R2 | 11,5911 | 1,0381 | 12,4393 | 22,39 | | |
| A-R3 | 22,0899 | 1,0154 | 22,9166 | 22,83 | | |
| A-R4 | 11,6646 | 1,115 | 12,5722 | 22,85 | | |
| A-R5 | 20,3607 | 1,0351 | 21,2118 | 21,62 | | |
| A-R6 | 20,1369 | 1,0609 | 21,01 | 21,51 | | |
| AG-R1 | 22,1387 | 1,0983 | 23,0757 | 17,22 | 18,35 | 0,67 |
| AG-R2 | 21,5394 | 1,053 | 22,4244 | 18,98 | | |
| AG-R3 | 20,148 | 1,1845 | 21,1466 | 18,62 | | |
| AG-R4 | 21,3871 | 1,0298 | 22,2575 | 18,31 | | |
| AG-R5 | 22,076 | 1,0294 | 22,9482 | 18,02 | | |
| AG-R6 | 21,5424 | 1,2029 | 22,5538 | 18,93 | | |
| AK-R1 | 11,5435 | 1,1447 | 12,4872 | 21,30 | 20,82 | 0,63 |
| AK-R2 | 20,117 | 1,0971 | 21,0223 | 21,19 | | |
| AK-R3 | 21,5884 | 1,0339 | 22,4415 | 21,19 | | |
| AK-R4 | 22,0767 | 1,104 | 22,9897 | 20,92 | | |
| AK-R5 | 21,7716 | 1,016 | 22,6209 | 19,63 | | |
| AK-R6 | 21,5386 | 1,107 | 22,4559 | 20,68 | | |
| AT-R1 | 21,5398 | 1,0921 | 22,4542 | 19,43 | 19,10 | 0,42 |
| AT-R2 | 21,195 | 1,0222 | 22,0507 | 19,46 | | |

| SAMPEL | Berat cawan (W1) | Sampel (W) | W2 | Kadar Air (%) | Rata-rata | Standar Deviasi |
|--------|------------------|------------|---------|---------------|-----------|-----------------|
| AT-R3 | 21,6325 | 1,1068 | 22,5595 | 19,40 | | |
| AT-R4 | 21,6754 | 1,034 | 22,5432 | 19,15 | | |
| AT-R5 | 21,543 | 1,0504 | 22,4276 | 18,74 | | |
| AT-R6 | 21,6747 | 0,8098 | 22,3584 | 18,44 | | |
| AM-R1 | 20,372 | 1,0167 | 21,1868 | 24,78 | 22,95 | 2,05 |
| AM-R2 | 19,369 | 1,1078 | 20,2657 | 23,54 | | |
| AM-R3 | 20,1154 | 1,0205 | 20,9443 | 23,12 | | |
| AM-R4 | 21,1934 | 1,0175 | 22,0185 | 23,32 | | |
| AM-R5 | 22,1496 | 1,0105 | 22,9644 | 24,02 | | |
| AM-R6 | 22,3612 | 1,0661 | 23,2575 | 18,95 | | |

Lampiran 6. Hasil SPSS Kadar Air

Descriptives

kadarair

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|-------|----|--------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| AC | 6 | 7,9154 | ,09640 | ,03935 | 7,8142 | 8,0165 | 7,76 | 8,04 |
| AGC | 6 | 7,5431 | ,13649 | ,05572 | 7,3999 | 7,6863 | 7,39 | 7,80 |
| AKC | 6 | 8,4168 | ,80778 | ,32977 | 7,5691 | 9,2645 | 7,56 | 9,73 |
| ATC | 6 | 7,9016 | 1,46358 | ,59750 | 6,3657 | 9,4375 | 5,88 | 9,41 |
| AMC | 6 | 8,6462 | 1,24000 | ,50623 | 7,3449 | 9,9475 | 7,69 | 10,25 |
| Total | 30 | 8,0846 | ,95569 | ,17448 | 7,7278 | 8,4415 | 5,88 | 10,25 |

Kadar air

Duncan^a

| sampel | N | Subset for alpha |
|--------|---|------------------|
| | | = 0.05 |
| | | 1 |
| AGC | 6 | 7,5431 |
| ATC | 6 | 7,9016 |
| AC | 6 | 7,9154 |
| AKC | 6 | 8,4168 |
| AMC | 6 | 8,6462 |
| Sig. | | ,077 |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6,000.

Descriptives

kadarair

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|-----|---|---------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| AR | 6 | 22,2481 | ,57630 | ,23528 | 21,6433 | 22,8529 | 21,51 | 22,85 |
| AGR | 6 | 18,3474 | ,66484 | ,27142 | 17,6497 | 19,0451 | 17,21 | 18,98 |
| AKR | 6 | 20,8178 | ,62509 | ,25519 | 20,1618 | 21,4738 | 19,63 | 21,30 |
| ATR | 6 | 19,1043 | ,42131 | ,17200 | 18,6622 | 19,5464 | 18,44 | 19,46 |
| AMR | 6 | 22,9528 | 2,05150 | ,83752 | 20,7999 | 25,1058 | 18,94 | 24,78 |

| | | | | | | | | |
|-------|----|---------|---------|--------|---------|---------|-------|-------|
| Total | 30 | 20,6941 | 2,04395 | ,37317 | 19,9309 | 21,4573 | 17,21 | 24,78 |
|-------|----|---------|---------|--------|---------|---------|-------|-------|

Kadarair

Duncan^a

| sampel | N | Subset for alpha = 0.05 | | |
|--------|---|-------------------------|---------|---------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| AGR | 6 | 18,3474 | | |
| ATR | 6 | 19,1043 | | |
| AKR | 6 | | 20,8178 | |
| AR | 6 | | | 22,2481 |
| AMR | 6 | | | 22,9528 |
| Sig. | | ,225 | 1,000 | ,258 |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 6,000.

→ T-Test

Group Statistics

| | Alginat | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error |
|----------|---------|---|---------|----------------|------------|
| | | | | | Mean |
| kadarair | AC | 6 | 7,9154 | ,09640 | ,03935 |
| | AR | 6 | 22,2481 | ,57630 | ,23528 |

Independent Samples Test

| | | Levene's Test for Equality of Variances | | t-test for Equality of Means | | | | | | |
|----------|-----------------------------|---|------|------------------------------|-------|-----------------|-----------------|-----------------------|---|-----------|
| | | F | Sig. | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | 95% Confidence Interval of the Difference | |
| | | | | | | | | | Lower | Upper |
| kadarair | Equal variances assumed | 10,301 | ,009 | -60,084 | 10 | ,000 | -14,33273 | ,23854 | -14,86424 | -13,80122 |
| | Equal variances not assumed | | | -60,084 | 5,280 | ,000 | -14,33273 | ,23854 | -14,93629 | -13,72917 |

→ T-Test

Group Statistics

| | AG | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error |
|----------|-----|---|---------|----------------|------------|
| | | | | | Mean |
| kadarair | AGC | 6 | 7,5431 | ,13649 | ,05572 |
| | AGR | 6 | 18,3474 | ,66484 | ,27142 |

Independent Samples Test

| | | Levene's Test for Equality of Variances | | t-test for Equality of Means | | | | | | |
|----------|-----------------------------|---|------|------------------------------|-------|-----------------|-----------------|-----------------------|---|-----------|
| | | F | Sig. | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | 95% Confidence Interval of the Difference | |
| | | | | | | | | | Lower | Upper |
| kadarair | Equal variances assumed | 6,514 | ,029 | -38,993 | 10 | ,000 | -10,80433 | ,27708 | -11,42170 | -10,18695 |
| | Equal variances not assumed | | | -38,993 | 5,421 | ,000 | -10,80433 | ,27708 | -11,50028 | -10,10838 |

T-Test

[DataSet0]

Group Statistics

| | AK | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|----------|-----|---|---------|----------------|-----------------|
| kadarair | AKC | 6 | 8,4168 | ,80778 | ,32977 |
| | AKR | 6 | 20,8178 | ,62509 | ,25519 |

Independent Samples Test

| | | Levene's Test for Equality of Variances | | t-test for Equality of Means | | | | | | |
|----------|-----------------------------|---|------|------------------------------|-------|-----------------|-----------------|-----------------------|---|-----------|
| | | F | Sig. | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | 95% Confidence Interval of the Difference | |
| | | | | | | | | | Lower | Upper |
| kadarair | Equal variances assumed | ,282 | ,607 | -29,740 | 10 | ,000 | -12,40103 | ,41698 | -13,33012 | -11,47194 |
| | Equal variances not assumed | | | -29,740 | 9,408 | ,000 | -12,40103 | ,41698 | -13,33811 | -11,46395 |

→ T-Test

Group Statistics

| | AT | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|----------|-----|---|---------|----------------|-----------------|
| kadarair | ATC | 6 | 7,9016 | 1,46358 | ,59750 |
| | ATR | 6 | 19,1043 | ,42131 | ,17200 |

Independent Samples Test

| | | Levene's Test for Equality of Variances | | t-test for Equality of Means | | | | | | |
|----------|-----------------------------|---|------|------------------------------|-------|-----------------|-----------------|-----------------------|---|----------|
| | | F | Sig. | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | 95% Confidence Interval of the Difference | |
| | | | | | | | | | Lower | Upper |
| kadarair | Equal variances assumed | 20,637 | ,001 | -18,018 | 10 | ,000 | -11,20267 | ,62177 | -12,58805 | -9,81730 |
| | Equal variances not assumed | | | -18,018 | 5,823 | ,000 | -11,20267 | ,62177 | -12,73536 | -9,66999 |

→ T-Test

Group Statistics

| | AM | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|----------|-----|---|---------|----------------|-----------------|
| kadarair | AMC | 6 | 8,6462 | 1,24000 | ,50623 |
| | AMR | 6 | 22,9528 | 2,05150 | ,83752 |

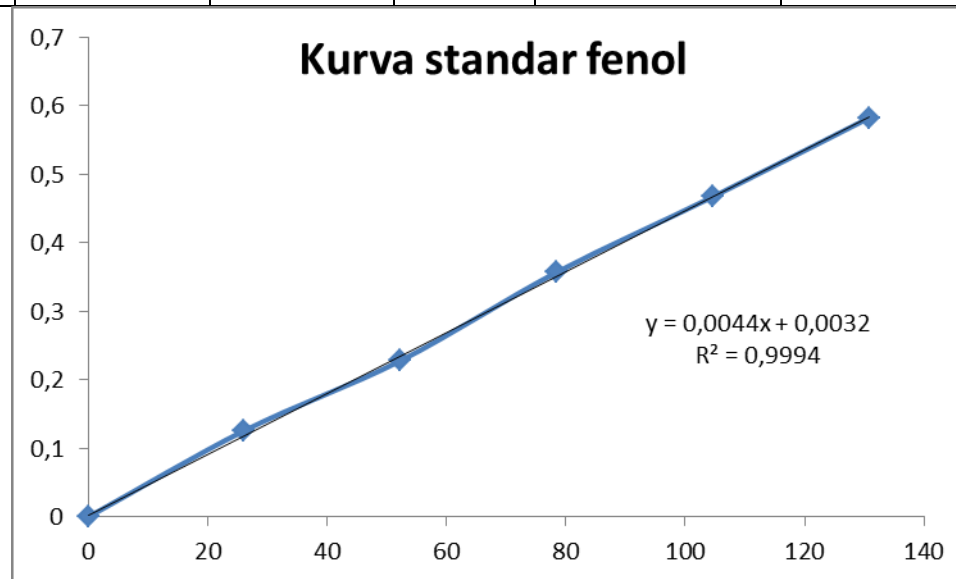
Independent Samples Test

| | | Levene's Test for Equality of Variances | | t-test for Equality of Means | | | | | | |
|----------|-----------------------------|---|------|------------------------------|-------|-----------------|-----------------|-----------------------|---|-----------|
| | | F | Sig. | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | 95% Confidence Interval of the Difference | |
| | | | | | | | | | Lower | Upper |
| kadarair | Equal variances assumed | ,198 | ,666 | -14,619 | 10 | ,000 | -14,30663 | ,97863 | -16,48714 | -12,12611 |
| | Equal variances not assumed | | | -14,619 | 8,223 | ,000 | -14,30663 | ,97863 | -16,55273 | -12,06053 |

Lampiran 7. Hasil Analisis Total Fenol

| SAMPEL | Y | X | VOLUME sampel (ml) | mg Sampel | %fenol | Rata-rata (%) | Standar Deviasi |
|--------|---------|----------|--------------------|------------|--------|---------------|-----------------|
| Ac1 | 0,32700 | 73,59091 | 2,00000 | 2090,40000 | 7,04 | 7,00 | 0,03 |
| Ac2 | 0,32500 | 73,13636 | 2,00000 | 2090,40000 | 7,00 | | |
| Ac3 | 0,32400 | 72,90909 | 2,00000 | 2090,40000 | 7,00 | | |
| A-C1 | 0,10000 | 22,00000 | 2,00000 | 2047,20000 | 2,15 | 2,23 | 0,07 |
| A-C2 | 0,10500 | 23,13636 | 2,00000 | 2047,20000 | 2,26 | | |
| A-C3 | 0,10600 | 23,36364 | 2,00000 | 2047,20000 | 2,28 | | |
| AK-C1 | 0,14300 | 31,77273 | 2,00000 | 2010,30000 | 3,16 | 3,20 | 0,09 |
| AK-C2 | 0,14900 | 33,13636 | 2,00000 | 2010,30000 | 3,30 | | |
| AK-C3 | 0,14200 | 31,54545 | 2,00000 | 2010,30000 | 3,14 | | |
| AG-C1 | 0,08000 | 17,45455 | 2,00000 | 2007,40000 | 1,74 | 1,65 | 0,08 |
| AG-C2 | 0,07400 | 16,09091 | 2,00000 | 2007,40000 | 1,60 | | |
| AG-C3 | 0,07400 | 16,09091 | 2,00000 | 2007,40000 | 1,60 | | |
| AT-C1 | 0,06300 | 13,59091 | 2,00000 | 2016,60000 | 1,35 | 1,36 | 0,01 |
| AT-C2 | 0,06300 | 13,59091 | 2,00000 | 2016,60000 | 1,35 | | |
| AT-C3 | 0,06400 | 13,81818 | 2,00000 | 2016,60000 | 1,37 | | |
| AM-C1 | 0,06400 | 13,81818 | 2,00000 | 2027,30000 | 1,36 | 1,28 | 0,12 |
| AM-C2 | 0,06300 | 13,59091 | 2,00000 | 2027,30000 | 1,34 | | |
| AM-C3 | 0,05400 | 11,54545 | 2,00000 | 2027,30000 | 1,14 | | |
| A-R1 | 0,04400 | 9,27273 | 2,00000 | 2037,70000 | 0,91 | 0,87 | 0,05 |
| A-R2 | 0,04300 | 9,04545 | 2,00000 | 2037,70000 | 0,89 | | |
| A-R3 | 0,04000 | 8,36364 | 2,00000 | 2037,70000 | 0,82 | | |
| AK-R1 | 0,09400 | 20,63636 | 2,00000 | 2011,60000 | 2,05 | 2,05 | 0,03 |

| | | | | | | | |
|-------|---------|----------|---------|------------|------|------|------|
| AK-R2 | 0,09300 | 20,40909 | 2,00000 | 2028,50000 | 2,01 | | |
| AK-R3 | 0,09600 | 21,09091 | 2,00000 | 2028,50000 | 2,08 | | |
| AG-R1 | 0,03500 | 7,22727 | 2,00000 | 2011,6 | 0,72 | 0,75 | 0,02 |
| AG-R2 | 0,03600 | 7,45455 | 2,00000 | 2011,6 | 0,74 | | |
| AG-R3 | 0,03800 | 7,90909 | 2,00000 | 2011,6 | 0,79 | | |
| AT-R1 | 0,03900 | 8,13636 | 2,00000 | 2002,1 | 0,81 | 0,81 | 0,01 |
| AT-R2 | 0,03800 | 7,90909 | 2,00000 | 2002,1 | 0,79 | | |
| AT-R3 | 0,03900 | 8,13636 | 2,00000 | 2002,1 | 0,81 | | |
| AM-R1 | 0,03900 | 8,13636 | 2,00000 | 2000,4 | 0,81 | 0,75 | 0,10 |
| AM-R2 | 0,03900 | 8,13636 | 2,00000 | 2000,4 | 0,81 | | |
| AM-R3 | 0,03100 | 6,31818 | 2,00000 | 2000,4 | 0,63 | | |



Lampiran 8. Hasil SPSS Kadar Fenol

Descriptives

TOTALFENOL

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|-------|----|--------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| AC | 3 | 2,2307 | ,07137 | ,04121 | 2,0534 | 2,4080 | 2,15 | 2,28 |
| AGC | 3 | 1,6484 | ,07844 | ,04529 | 1,4536 | 1,8433 | 1,60 | 1,74 |
| AKC | 3 | 3,1987 | ,08561 | ,04942 | 2,9860 | 3,4113 | 3,14 | 3,30 |
| ATC | 3 | 1,3554 | ,01301 | ,00751 | 1,3231 | 1,3877 | 1,35 | 1,37 |
| AMC | 3 | 1,2810 | ,12349 | ,07129 | ,9742 | 1,5878 | 1,14 | 1,36 |
| Total | 15 | 1,9428 | ,73956 | ,19095 | 1,5333 | 2,3524 | 1,14 | 3,30 |

Descriptives

TOTALFENOL

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|-------|----|--------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| AR | 3 | ,8729 | ,04644 | ,02681 | ,7576 | ,9883 | ,82 | ,91 |
| AGR | 3 | ,7487 | ,03452 | ,01993 | ,6629 | ,8344 | ,72 | ,79 |
| AKR | 3 | 2,0478 | ,03379 | ,01951 | 1,9639 | 2,1317 | 2,01 | 2,08 |
| ATR | 3 | ,8052 | ,01311 | ,00757 | ,7727 | ,8378 | ,79 | ,81 |
| AMR | 3 | ,7529 | ,10495 | ,06059 | ,4922 | 1,0136 | ,63 | ,81 |
| Total | 15 | 1,0455 | ,52297 | ,13503 | ,7559 | 1,3351 | ,63 | 2,08 |

TOTALFENOL

Duncan^a

| TF_CD% | N | Subset for alpha = 0.05 | | | |
|--------|---|-------------------------|--------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| AMC | 3 | 1,2810 | | | |
| ATC | 3 | 1,3554 | | | |
| AGC | 3 | | 1,6484 | | |
| AC | 3 | | | 2,2307 | |
| AKC | 3 | | | | 3,1987 |
| Sig. | | ,295 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

TOTALFENOL

Duncan^a

| TF_KA% | N | Subset for alpha = 0.05 | | |
|--------|---|-------------------------|-------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| AGR | 3 | ,7487 | | |
| AMR | 3 | ,7529 | | |
| ATR | 3 | ,8052 | ,8052 | |
| AR | 3 | | ,8729 | |
| AKR | 3 | | | 2,0478 |
| Sig. | | ,265 | ,169 | 1,000 |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

Group Statistics

| Alginat % | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|------------|---|--------|----------------|-----------------|
| alginat AC | 3 | 2,2307 | ,07137 | ,04121 |
| AR | 3 | ,8729 | ,04644 | ,02681 |

Independent Samples Test

| | | Levene's Test for Equality of Variances | | t | df | Sig. (2-tailed) | t-test for Equality of Means | | | |
|---------|-----------------------------|---|------|--------|-------|-----------------|------------------------------|-----------------------|--|---------|
| | | F | Sig. | | | | Mean Difference | Std. Error Difference | 95% Confidence Interval of the Difference Lower Upper | |
| alginat | Equal variances assumed | 1,120 | ,350 | 27,619 | 4 | ,000 | 1,35775 | ,04916 | 1,22126 | 1,49424 |
| | Equal variances not assumed | | | 27,619 | 3,436 | ,000 | 1,35775 | ,04916 | 1,21195 | 1,50355 |

→ T-Test

Group Statistics

| | | GumArab% | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|-------|-----|----------|---|--------|----------------|-----------------|
| fenol | AGC | | 3 | 1,6484 | ,07844 | ,04529 |
| | AGR | | 3 | ,7487 | ,03452 | ,01993 |

Independent Samples Test

| | | Levene's Test for Equality of Variances | | t-test for Equality of Means | | | | | | |
|-------|-----------------------------|---|------|------------------------------|-------|-----------------|-----------------|-----------------------|---|---------|
| | | F | Sig. | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | 95% Confidence Interval of the Difference | |
| | | | | | | | | | Lower | Upper |
| fenol | Equal variances assumed | 4,016 | ,116 | 18,185 | 4 | ,000 | ,89976 | ,04948 | ,76239 | 1,03713 |
| | Equal variances not assumed | | | 18,185 | 2,747 | ,001 | ,89976 | ,04948 | ,73375 | 1,06576 |

→ T-Test

Group Statistics

| | | khitosan% | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|-------|-----|-----------|---|--------|----------------|-----------------|
| fenol | AGC | | 3 | 3,1987 | ,08561 | ,04942 |
| | AGR | | 3 | 2,0478 | ,03379 | ,01951 |

Independent Samples Test

| | | Levene's Test for Equality of Variances | | t-test for Equality of Means | | | | | | |
|-------|-----------------------------|---|------|------------------------------|-------|-----------------|-----------------|-----------------------|---|---------|
| | | F | Sig. | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | 95% Confidence Interval of the Difference | |
| | | | | | | | | | Lower | Upper |
| fenol | Equal variances assumed | 4,237 | ,109 | 21,659 | 4 | ,000 | 1,15087 | ,05313 | 1,00334 | 1,29839 |
| | Equal variances not assumed | | | 21,659 | 2,608 | ,001 | 1,15087 | ,05313 | ,96645 | 1,33528 |

→ T-Test

Group Statistics

| | | Tapioka% | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|-------|-----|----------|---|--------|----------------|-----------------|
| fenol | ATC | | 3 | 1,3554 | ,01301 | ,00751 |
| | ATR | | 3 | ,8052 | ,01311 | ,00757 |

Independent Samples Test

| | | Levene's Test for Equality of Variances | | t-test for Equality of Means | | | | | | |
|-------|-----------------------------|---|------|------------------------------|-------|-----------------|-----------------|-----------------------|---|--------|
| | | F | Sig. | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | 95% Confidence Interval of the Difference | |
| | | | | | | | | | Lower | Upper |
| fenol | Equal variances assumed | ,000 | ,985 | 51,598 | 4 | ,000 | ,55020 | ,01066 | ,52059 | ,57981 |
| | Equal variances not assumed | | | 51,598 | 4,000 | ,000 | ,55020 | ,01066 | ,52059 | ,57981 |

➔ T-Test

Group Statistics

| maltodekstrin% | | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|----------------|-----|---|--------|----------------|-----------------|
| fenol | AMC | 3 | 1,2810 | ,12349 | ,07129 |
| | AMR | 3 | ,7529 | ,10495 | ,06059 |

Independent Samples Test

| | | Levene's Test for Equality of Variances | | t-test for Equality of Means | | | | | | |
|-------|-----------------------------|---|------|------------------------------|-------|-----------------|-----------------|-----------------------|---|--------|
| | | F | Sig. | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | 95% Confidence Interval of the Difference | |
| | | | | | | | | | Lower | Upper |
| fenol | Equal variances assumed | ,191 | ,685 | 5,644 | 4 | ,005 | ,52812 | ,09357 | ,26834 | ,78790 |
| | Equal variances not assumed | | | 5,644 | 3,899 | ,005 | ,52812 | ,09357 | ,26566 | ,79059 |

Lampiran 9. Hasil Analisis Total Asam

| Sampel | Vol awal | Vol akhir | Vol terpakai | N | FP | Bobot sampel (mg) | Total asam (%) | Rata-rata | Standar Deviasi |
|--------|----------|-----------|--------------|-----|------|-------------------|----------------|-----------|-----------------|
| A-C | 0,3 | 0,8 | 0,5 | 0,1 | 1000 | 1254 | 2,39 | 2,23 | 0,28 |
| | 0,8 | 1,2 | 0,4 | 0,1 | 1000 | 1254 | 1,92 | | |
| | 1,3 | 1,8 | 0,5 | 0,1 | 1000 | 1254 | 2,39 | | |
| AG-C | 2,1 | 2,6 | 0,5 | 0,1 | 1000 | 1146,5 | 2,62 | 2,27 | 0,30 |
| | 2,7 | 3,1 | 0,4 | 0,1 | 1000 | 1146,5 | 2,10 | | |
| | 3,1 | 3,5 | 0,4 | 0,1 | 1000 | 1146,5 | 2,10 | | |
| AK-C | 9 | 9,8 | 0,8 | 0,1 | 1000 | 1157 | 4,15 | 4,33 | 0,30 |
| | 9,8 | 10,7 | 0,9 | 0,1 | 1000 | 1157 | 4,67 | | |
| | 10,9 | 11,7 | 0,8 | 0,1 | 1000 | 1157 | 4,15 | | |
| AT-C | 4 | 4,6 | 0,6 | 0,1 | 1000 | 1218 | 2,96 | 2,79 | 0,28 |
| | 4,8 | 5,4 | 0,6 | 0,1 | 1000 | 1218 | 2,96 | | |
| | 5,5 | 6 | 0,5 | 0,1 | 1000 | 1218 | 2,47 | | |
| AM-C | 6,5 | 7,1 | 0,6 | 0,1 | 1000 | 1137,4 | 3,17 | 2,82 | 0,30 |
| | 7,3 | 7,8 | 0,5 | 0,1 | 1000 | 1137,4 | 2,64 | | |
| | 7,8 | 8,3 | 0,5 | 0,1 | 1000 | 1137,4 | 2,64 | | |
| A-R | 12,1 | 12,6 | 0,5 | 0,1 | 1000 | 1131,5 | 2,65 | 2,3 | 0,31 |
| | 12,6 | 13 | 0,4 | 0,1 | 1000 | 1131,5 | 2,12 | | |
| | 13,8 | 14,2 | 0,4 | 0,1 | 1000 | 1131,5 | 2,12 | | |
| AG-R | 18,9 | 19,5 | 0,6 | 0,1 | 1000 | 1146,8 | 3,14 | 2,79 | 0,30 |
| | 19,6 | 20,1 | 0,5 | 0,1 | 1000 | 1146,8 | 2,62 | | |
| | 20,1 | 20,6 | 0,5 | 0,1 | 1000 | 1146,8 | 2,62 | | |
| AK-R | 17,6 | 18 | 0,4 | 0,1 | 1000 | 1072,6 | 2,24 | 2,24 | 1,15 |
| | 18 | 18,4 | 0,4 | 0,1 | 1000 | 1072,6 | 2,24 | | |
| | 18,4 | 18,8 | 0,4 | 0,1 | 1000 | 1072,6 | 2,24 | | |
| AT-R | 16 | 16,5 | 0,5 | 0,1 | 1000 | 1149,4 | 2,61 | 2,44 | 0,30 |

| | | | | | | | | | |
|------|------|------|-----|-----|------|--------|------|------|------|
| | 16,5 | 17 | 0,5 | 0,1 | 1000 | 1149,4 | 2,61 | | |
| | 17 | 17,4 | 0,4 | 0,1 | 1000 | 1149,4 | 2,09 | | |
| AM-R | 14,6 | 14,9 | 0,3 | 0,1 | 1000 | 1164 | 1,55 | 1,72 | 0,30 |
| | 14,9 | 15,3 | 0,4 | 0,1 | 1000 | 1164 | 2,06 | | |
| | 15,4 | 15,7 | 0,3 | 0,1 | 1000 | 1164 | 1,55 | | |

Lampiran 10. Hasil SPSS Total Asam

→ Oneway

[DataSet0]

Descriptives

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|-------|----|--------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| AC | 3 | 2,2348 | ,27648 | ,15963 | 1,5480 | 2,9216 | 1,92 | 2,39 |
| AGC | 3 | 2,2697 | ,30241 | ,17460 | 1,5185 | 3,0210 | 2,10 | 2,62 |
| AKC | 3 | 4,3253 | ,29966 | ,17301 | 3,5809 | 5,0697 | 4,15 | 4,67 |
| ATC | 3 | 2,7939 | ,28466 | ,16435 | 2,0868 | 3,5010 | 2,47 | 2,96 |
| AMC | 3 | 2,8159 | ,30483 | ,17599 | 2,0586 | 3,5731 | 2,64 | 3,17 |
| Total | 15 | 2,8879 | ,82503 | ,21302 | 2,4310 | 3,3448 | 1,92 | 4,67 |

totalasam

Duncan^a

| Total_asam_cabinet | N | Subset for alpha = 0.05 | | |
|--------------------|---|-------------------------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| AC | 3 | 2,2348 | | |
| AGC | 3 | 2,2697 | 2,2697 | |
| ATC | 3 | | 2,7939 | |
| AMC | 3 | | 2,8159 | |
| AKC | 3 | | | 4,3253 |
| Sig. | | ,887 | ,054 | 1,000 |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

→ Oneway

Descriptives

| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|-------|----|--------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| AR | 3 | 2,2998 | ,30642 | ,17691 | 1,5386 | 3,0610 | 2,12 | 2,65 |
| AGR | 3 | 2,7928 | ,30233 | ,17455 | 2,0418 | 3,5438 | 2,62 | 3,14 |
| AKR | 3 | 2,2395 | ,00000 | ,00000 | 2,2395 | 2,2395 | 2,24 | 2,24 |
| ATR | 3 | 2,4382 | ,30164 | ,17415 | 1,6888 | 3,1875 | 2,09 | 2,61 |
| AMR | 3 | 1,7197 | ,29786 | ,17197 | ,9798 | 2,4596 | 1,55 | 2,06 |
| Total | 15 | 2,2980 | ,42569 | ,10991 | 2,0623 | 2,5337 | 1,55 | 3,14 |

totalasam

Duncan^a

| total_asam_keringangin | N | Subset for alpha = 0.05 | | |
|------------------------|---|-------------------------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| AMR | 3 | 1,7197 | | |
| AKR | 3 | | 2,2395 | |
| AR | 3 | | 2,2998 | 2,2998 |
| ATR | 3 | | 2,4382 | 2,4382 |
| AGR | 3 | | | 2,7928 |
| Sig. | | 1,000 | ,410 | ,058 |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

→ **T-Test**

[DataSet0]

Group Statistics

| | ALGINAT | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|-----------|---------|---|--------|----------------|-----------------|
| totalasam | AC | 3 | 2,2348 | ,27648 | ,15963 |
| | AR | 3 | 2,2998 | ,30642 | ,17691 |

Independent Samples Test

| | | Levene's Test for Equality of Variances | | t-test for Equality of Means | | | | | | |
|-----------|-----------------------------|---|------|------------------------------|-------|-----------------|-----------------|-----------------------|---|--------|
| | | F | Sig. | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | 95% Confidence Interval of the Difference | |
| | | | | | | | | | Lower | Upper |
| totalasam | Equal variances assumed | ,084 | ,786 | -,273 | 4 | ,798 | -,06504 | ,23828 | -,72661 | ,59654 |
| | Equal variances not assumed | | | -,273 | 3,958 | ,799 | -,06504 | ,23828 | -,72936 | ,59929 |

→ **T-Test**

Group Statistics

| | AG | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|-----------|-----|---|--------|----------------|-----------------|
| totalasam | AGC | 3 | 2,2697 | ,30241 | ,17460 |
| | AGR | 3 | 2,7928 | ,30233 | ,17455 |

Independent Samples Test

| | | Levene's Test for Equality of Variances | | t-test for Equality of Means | | | | | | |
|-----------|-----------------------------|---|------|------------------------------|-------|-----------------|-----------------|-----------------------|---|--------|
| | | F | Sig. | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | 95% Confidence Interval of the Difference | |
| | | | | | | | | | Lower | Upper |
| totalasam | Equal variances assumed | ,000 | ,999 | -2,119 | 4 | ,101 | -,52305 | ,24688 | -1,20851 | ,16240 |
| | Equal variances not assumed | | | -2,119 | 4,000 | ,101 | -,52305 | ,24688 | -1,20851 | ,16240 |

→ T-Test

Group Statistics

| | AK | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|-----------|-----|---|--------|----------------|-----------------|
| totalasam | AKC | 3 | 4,3253 | ,29966 | ,17301 |
| | AKR | 3 | 2,2395 | ,00000 | ,00000 |

Independent Samples Test

| | | Levene's Test for Equality of Variances | | t-test for Equality of Means | | | 95% Confidence Interval of the Difference | | | |
|-----------|-----------------------------|---|------|------------------------------|-------|-----------------|---|-----------------------|---------|---------|
| | | F | Sig. | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | Lower | Upper |
| totalasam | Equal variances assumed | 16,000 | ,016 | 12,056 | 4 | ,000 | 2,08577 | ,17301 | 1,60542 | 2,56613 |
| | Equal variances not assumed | | | 12,056 | 2,000 | ,007 | 2,08577 | ,17301 | 1,34137 | 2,83018 |

→ T-Test

Group Statistics

| | AT | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|-----------|-----|---|--------|----------------|-----------------|
| totalasam | ATC | 3 | 2,7939 | ,28466 | ,16435 |
| | ATR | 3 | 2,4382 | ,30164 | ,17415 |

Independent Samples Test

| | | Levene's Test for Equality of Variances | | t-test for Equality of Means | | | 95% Confidence Interval of the Difference | | | |
|-----------|-----------------------------|---|------|------------------------------|-------|-----------------|---|-----------------------|---------|---------|
| | | F | Sig. | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | Lower | Upper |
| totalasam | Equal variances assumed | ,027 | ,878 | 1,486 | 4 | ,212 | ,35572 | ,23946 | -,30912 | 1,02055 |
| | Equal variances not assumed | | | 1,486 | 3,987 | ,212 | ,35572 | ,23946 | -,31000 | 1,02143 |

→ T-Test

Group Statistics

| | AM | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|-----------|-----|---|--------|----------------|-----------------|
| totalasam | AMC | 3 | 2,8159 | ,30483 | ,17599 |
| | AMR | 3 | 1,7197 | ,29786 | ,17197 |

Independent Samples Test

| | | Levene's Test for Equality of Variances | | t-test for Equality of Means | | | 95% Confidence Interval of the Difference | | | |
|-----------|-----------------------------|---|------|------------------------------|-------|-----------------|---|-----------------------|--------|---------|
| | | F | Sig. | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | Lower | Upper |
| totalasam | Equal variances assumed | ,004 | ,951 | 4,455 | 4 | ,011 | 1,09617 | ,24606 | ,41299 | 1,77935 |
| | Equal variances not assumed | | | 4,455 | 3,998 | ,011 | 1,09617 | ,24606 | ,41285 | 1,77949 |

Lampiran 11. Hasil Analisis Total Karbonil

| Sampel | Y | X | mg sampel | FP | Total karbonil (%) | Rata-rata | Standar Deviasi |
|-----------|-------|----------|-----------|-----|--------------------|-----------|-----------------|
| Asap cair | 0,662 | 153,5227 | 2000 | 100 | 7,68 | 7,74 | 0,05 |
| | 0,67 | 155,3409 | 2000 | 100 | 7,77 | | |
| | 0,67 | 155,3409 | 2000 | 100 | 7,77 | | |
| AC | 0,936 | 215,7955 | 2034,3 | 100 | 10,61 | 10,47 | 0,34 |
| | 0,947 | 218,2955 | 2034,3 | 100 | 10,73 | | |
| | 0,889 | 205,1136 | 2034,3 | 100 | 10,08 | | |
| AGC | 0,688 | 159,4318 | 2018,2 | 100 | 7,90 | 7,66 | 0,43 |
| | 0,689 | 159,6591 | 2018,2 | 100 | 7,91 | | |
| | 0,623 | 144,6591 | 2018,2 | 100 | 7,17 | | |
| AKC | 0,721 | 166,9318 | 2009,2 | 100 | 8,31 | 8,15 | 0,14 |
| | 0,701 | 162,3864 | 2009,2 | 100 | 8,08 | | |
| | 0,698 | 161,7045 | 2009,2 | 100 | 8,05 | | |
| ATC | 0,586 | 136,25 | 2037 | 100 | 6,69 | 6,26 | 0,41 |
| | 0,544 | 126,7045 | 2037 | 100 | 6,22 | | |
| | 0,513 | 119,6591 | 2037 | 100 | 5,87 | | |
| AMC | 0,998 | 229,8864 | 2005,6 | 100 | 11,46 | 11,53 | 0,33 |
| | 0,979 | 225,5682 | 2005,6 | 100 | 11,25 | | |
| | 1,036 | 238,5227 | 2005,6 | 100 | 11,89 | | |
| AR | 0,591 | 137,3864 | 2003,8 | 100 | 6,86 | 6,42 | 0,42 |
| | 0,549 | 127,8409 | 2003,8 | 100 | 6,38 | | |
| | 0,517 | 120,5682 | 2003,8 | 100 | 6,02 | | |
| AGR | 0,666 | 154,4318 | 2015,7 | 100 | 7,66 | 7,70 | 0,19 |
| | 0,688 | 159,4318 | 2015,7 | 100 | 7,91 | | |
| | 0,655 | 151,9318 | 2015,7 | 100 | 7,54 | | |
| AKR | 0,598 | 138,9773 | 2003,2 | 100 | 6,94 | 7,11 | 0,27 |
| | 0,64 | 148,5227 | 2003,2 | 100 | 7,41 | | |

| | | | | | | | |
|-----|-------|----------|--------|-----|------|------|------|
| | 0,601 | 139,6591 | 2003,2 | 100 | 6,97 | | |
| ATR | 0,568 | 132,1591 | 2003,3 | 100 | 6,60 | 6,42 | 0,47 |
| | 0,584 | 135,7955 | 2003,3 | 100 | 6,78 | | |
| | 0,505 | 117,8409 | 2003,3 | 100 | 5,88 | | |
| AMR | 0,534 | 124,4318 | 2017,8 | 100 | 6,17 | 6,31 | 0,41 |
| | 0,587 | 136,4773 | 2017,8 | 100 | 6,76 | | |
| | 0,518 | 120,7955 | 2017,8 | 100 | 5,99 | | |

Lampiran 12. Hasil SPSS Total Karbonil

→ Oneway

[DataSet1] E:\Materi TekPang\semester 8 & 9\data skripsi\total karbonil\total karbonil..

Descriptives

| totalkarbonil | | | | | | | | |
|---------------|----|---------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| AC | 3 | 10,4738 | ,34416 | ,19870 | 9,6188 | 11,3287 | 10,08 | 10,73 |
| AGC | 3 | 7,6595 | ,42589 | ,24589 | 6,6015 | 8,7174 | 7,17 | 7,91 |
| AKC | 3 | 8,1462 | ,14143 | ,08166 | 7,7949 | 8,4976 | 8,05 | 8,31 |
| ATC | 3 | 6,2611 | ,40878 | ,23601 | 5,2456 | 7,2765 | 5,87 | 6,69 |
| AMC | 3 | 11,5340 | ,32889 | ,18988 | 10,7170 | 12,3510 | 11,25 | 11,89 |
| Total | 15 | 8,8149 | 2,00960 | ,51888 | 7,7020 | 9,9278 | 5,87 | 11,89 |

totalkarbonil

Duncan^a

| Subset for alpha = 0.05 | | | | | |
|-------------------------|---|--------|--------|---------|---------|
| TK_CD | N | 1 | 2 | 3 | 4 |
| ATC | 3 | 6,2611 | | | |
| AGC | 3 | | 7,6595 | | |
| AKC | 3 | | 8,1462 | | |
| AC | 3 | | | 10,4738 | |
| AMC | 3 | | | | 11,5340 |
| Sig. | | 1,000 | ,115 | 1,000 | 1,000 |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

→ Oneway

Descriptives

| totalkarbonil | | | | | | | | |
|---------------|----|--------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| AR | 3 | 6,4177 | ,42093 | ,24303 | 5,3721 | 7,4634 | 6,02 | 6,86 |
| AGR | 3 | 7,7028 | ,18945 | ,10938 | 7,2322 | 8,1734 | 7,54 | 7,91 |
| AKR | 3 | 7,1079 | ,26583 | ,15348 | 6,4476 | 7,7683 | 6,94 | 7,41 |
| ATR | 3 | 6,4193 | ,47382 | ,27356 | 5,2423 | 7,5964 | 5,88 | 6,78 |
| AMR | 3 | 6,3056 | ,40678 | ,23486 | 5,2951 | 7,3161 | 5,99 | 6,76 |
| Total | 15 | 6,7907 | ,63707 | ,16449 | 6,4379 | 7,1435 | 5,88 | 7,91 |

totalkarbonil

Duncan^a

| TK_KA | N | Subset for alpha = 0.05 | | |
|-------|---|-------------------------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| AMR | 3 | 6,3056 | | |
| AR | 3 | 6,4177 | 6,4177 | |
| ATR | 3 | 6,4193 | 6,4193 | |
| AKR | 3 | | 7,1079 | 7,1079 |
| AGR | 3 | | | 7,7028 |
| Sig. | | ,725 | ,052 | ,075 |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

T-Test

Group Statistics

| | | ALGINAT | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|---------------|----|---------|---|---------|----------------|-----------------|
| totalkarbonil | AC | | 3 | 10,4738 | ,34416 | ,19870 |
| | AR | | 3 | 6,4177 | ,42093 | ,24303 |

Independent Samples Test

| | | Levene's Test for Equality of Variances | | t-test for Equality of Means | | | 95% Confidence Interval of the Difference | | | |
|---------------|-----------------------------|---|------|------------------------------|-------|-----------------|---|-----------------------|---------|---------|
| | | F | Sig. | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | Lower | Upper |
| totalkarbonil | Equal variances assumed | ,046 | ,841 | 12,921 | 4 | ,000 | 4,05605 | ,31392 | 3,18448 | 4,92763 |
| | Equal variances not assumed | | | 12,921 | 3,848 | ,000 | 4,05605 | ,31392 | 3,17074 | 4,94137 |

→ T-Test

Group Statistics

| | | GUM Arab | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|---------------|----|----------|---|--------|----------------|-----------------|
| totalkarbonil | AC | | 3 | 7,6595 | ,42589 | ,24589 |
| | AR | | 3 | 7,7028 | ,18945 | ,10938 |

Independent Samples Test

| | | Levene's Test for Equality of Variances | | t-test for Equality of Means | | | 95% Confidence Interval of the Difference | | | |
|---------------|-----------------------------|---|------|------------------------------|-------|-----------------|---|-----------------------|---------|--------|
| | | F | Sig. | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | Lower | Upper |
| totalkarbonil | Equal variances assumed | 3,926 | ,119 | -,161 | 4 | ,880 | -,04333 | ,26912 | -,79053 | ,70387 |
| | Equal variances not assumed | | | -,161 | 2,762 | ,883 | -,04333 | ,26912 | -,94315 | ,85650 |

➔ T-Test

Group Statistics

| | khitosan | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|---------------|----------|---|--------|----------------|-----------------|
| totalkarbonil | AC | 3 | 8,1462 | ,14143 | ,08166 |
| | AR | 3 | 7,1079 | ,26583 | ,15348 |

Independent Samples Test

| | | Levene's Test for Equality of Variances | | | | | t-test for Equality of Means | | 95% Confidence Interval of the Difference | |
|---------------|-----------------------------|---|------|-------|-------|-----------------|------------------------------|-----------------------|---|---------|
| | | F | Sig. | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | Lower | Upper |
| totalkarbonil | Equal variances assumed | 2,618 | ,181 | 5,972 | 4 | ,004 | 1,03829 | ,17385 | ,55561 | 1,52098 |
| | Equal variances not assumed | | | 5,972 | 3,048 | ,009 | 1,03829 | ,17385 | ,48995 | 1,58664 |

➔ T-Test

Group Statistics

| | tapioka | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|---------------|---------|---|--------|----------------|-----------------|
| totalkarbonil | AC | 3 | 6,2611 | ,40878 | ,23601 |
| | AR | 3 | 6,4193 | ,47382 | ,27356 |

Independent Samples Test

| | | Levene's Test for Equality of Variances | | | | | t-test for Equality of Means | | 95% Confidence Interval of the Difference | |
|---------------|-----------------------------|---|------|-------|-------|-----------------|------------------------------|-----------------------|---|--------|
| | | F | Sig. | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | Lower | Upper |
| totalkarbonil | Equal variances assumed | ,206 | ,674 | -,438 | 4 | ,684 | -,15827 | ,36130 | -,116139 | ,84485 |
| | Equal variances not assumed | | | -,438 | 3,916 | ,684 | -,15827 | ,36130 | -,116995 | ,85341 |

➔ T-Test

Group Statistics

| | maltodekstrin | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|---------------|---------------|---|---------|----------------|-----------------|
| totalkarbonil | AC | 3 | 11,5340 | ,32889 | ,18988 |
| | AR | 3 | 6,3056 | ,40678 | ,23486 |

Independent Samples Test

| | | Levene's Test for Equality of Variances | | | | | t-test for Equality of Means | | 95% Confidence Interval of the Difference | |
|---------------|-----------------------------|---|------|--------|-------|-----------------|------------------------------|-----------------------|---|---------|
| | | F | Sig. | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | Lower | Upper |
| totalkarbonil | Equal variances assumed | ,274 | ,628 | 17,312 | 4 | ,000 | 5,22837 | ,30201 | 4,38984 | 6,06690 |
| | Equal variances not assumed | | | 17,312 | 3,832 | ,000 | 5,22837 | ,30201 | 4,37514 | 6,08160 |

Lampiran 13. Hasil Analisis Efisiensi Enkapsulasi

| Sampel | Y | X | Vol sampel (ml) | Sampel (mg) | %fenol | Total padatan (%) | Kadar fenol awal (%) | Efisiensi enkapsulasi (%) | Rata-rata (%) | Standar deviasi |
|-----------|---------|----------|-----------------|-------------|--------|-------------------|----------------------|---------------------------|---------------|-----------------|
| Asap Cair | 0,32700 | 73,59091 | 2,00 | 2090,4 | 7,04 | - | 7,01 | - | | |
| Asap Cair | 0,32500 | 73,13636 | 2,00 | 2090,4 | 6,997 | - | 7,01 | - | | |
| Asap Cair | 0,32400 | 72,90909 | 2,00 | 2090,4 | 6,976 | - | 7,01 | - | | |
| A-C1 | 0,10000 | 22,00000 | 2,00 | 2047,2 | 2,15 | 1,9 | 7,55 | 28,48 | 32,20 | 4,11 |
| A-C2 | 0,10500 | 23,13636 | 2,00 | 2047,2 | 2,26 | 2 | 7,17 | 31,53 | | |
| A-C3 | 0,10600 | 23,36364 | 2,00 | 2047,2 | 2,28 | 2,3 | 6,24 | 36,61 | | |
| AK-C1 | 0,14300 | 31,77273 | 2,00 | 2010,3 | 3,16 | 3,5 | 4,02 | 78,57 | 81,77 | 2,92 |
| AK-C2 | 0,14900 | 33,13636 | 2,00 | 2010,3 | 3,297 | 3,6 | 3,91 | 84,28 | | |
| AK-C3 | 0,14200 | 31,54545 | 2,00 | 2010,3 | 3,14 | 3,7 | 3,81 | 82,46 | | |
| AG-C1 | 0,08000 | 17,45455 | 2,00 | 2007,4 | 1,74 | 4,8 | 2,93 | 59,37 | 58,555 | 1,34 |
| AG-C2 | 0,07400 | 16,09091 | 2,00 | 2007,4 | 1,60 | 5 | 2,81 | 57,01 | | |
| AG-C3 | 0,07400 | 16,09091 | 2,00 | 2007,4 | 1,60 | 5,2 | 2,70 | 59,29 | | |
| AT-C1 | 0,06300 | 13,59091 | 2,00 | 2016,6 | 1,35 | 2 | 7,06 | 19,08 | 19,84 | 1,31 |
| AT-C2 | 0,06300 | 13,59091 | 2,00 | 2016,6 | 1,35 | 2 | 7,06 | 19,09 | | |
| AT-C3 | 0,06400 | 13,81818 | 2,00 | 2016,6 | 1,37 | 2,2 | 6,42 | 21,34 | | |
| AM-C1 | 0,06400 | 13,81818 | 2,00 | 2027,3 | 1,36 | 4,5 | 3,16 | 43,20 | 42,97 | 4,37 |
| AM-C2 | 0,06300 | 13,59091 | 2,00 | 2027,3 | 1,34 | 5 | 2,84 | 47,21 | | |
| AM-C3 | 0,05400 | 11,54545 | 2,00 | 2027,3 | 1,14 | 4,8 | 2,96 | 38,50 | | |
| A-R1 | 0,04400 | 9,27273 | 2,00 | 2037,7 | 0,91 | 2 | 7,14 | 12,75 | 14,04 | 1,41 |
| A-R2 | 0,04300 | 9,04545 | 2,00 | 2037,7 | 0,89 | 2,5 | 5,71 | 15,55 | | |
| A-R3 | 0,04000 | 8,36364 | 2,00 | 2037,7 | 0,82 | 2,4 | 5,95 | 13,80 | | |

| | | | | | | | | | | |
|-------|---------|----------|------|--------|------|-----|------|-------|-------|------|
| AK-R1 | 0,09400 | 20,63636 | 2,00 | 2011,6 | 2,05 | 2 | 7,05 | 29,12 | 34,68 | 5,23 |
| AK-R2 | 0,09300 | 20,40909 | 2,00 | 2028,5 | 2,01 | 2,5 | 5,69 | 35,41 | | |
| AK-R3 | 0,09600 | 21,09091 | 2,00 | 2028,5 | 2,08 | 2,7 | 5,26 | 39,51 | | |
| AG-R1 | 0,03500 | 7,22727 | 2,00 | 2011,6 | 0,72 | 3 | 4,70 | 15,30 | 18,31 | 2,96 |
| AG-R2 | 0,03600 | 7,45455 | 2,00 | 2011,6 | 0,74 | 3,5 | 4,03 | 18,41 | | |
| AG-R3 | 0,03800 | 7,90909 | 2,00 | 2011,6 | 0,79 | 3,8 | 3,71 | 21,21 | | |
| AT-R1 | 0,03900 | 8,13636 | 2,00 | 2002,1 | 0,81 | 2 | 7,01 | 11,59 | 13,00 | 1,28 |
| AT-R2 | 0,03800 | 7,90909 | 2,00 | 2002,1 | 0,79 | 2,5 | 5,61 | 14,09 | | |
| AT-R3 | 0,03900 | 8,13636 | 2,00 | 2002,1 | 0,81 | 2,3 | 6,10 | 13,33 | | |
| AM-R1 | 0,03900 | 8,13636 | 2,00 | 2000,4 | 0,81 | 4,5 | 3,11 | 26,13 | 25,51 | 2,72 |
| AM-R2 | 0,03900 | 8,13636 | 2,00 | 2000,4 | 0,81 | 4,8 | 2,92 | 27,87 | | |
| AM-R3 | 0,03100 | 6,31818 | 2,00 | 2000,4 | 0,63 | 5 | 2,80 | 22,54 | | |

Lampiran 14. Hasil SPSS Efisiensi Enkapsulasi

Oneway

Descriptives

| efisiensienkapsulasi | | | | | | | | |
|----------------------|----|---------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| AC | 3 | 32,2039 | 4,10833 | 2,37195 | 21,9983 | 42,4096 | 28,48 | 36,61 |
| AGC | 3 | 81,7712 | 2,91888 | 1,68522 | 74,5203 | 89,0221 | 78,57 | 84,28 |
| AKC | 3 | 58,5531 | 1,33939 | ,77330 | 55,2258 | 61,8803 | 57,01 | 59,36 |
| ATC | 3 | 19,8379 | 1,30454 | ,75318 | 16,5972 | 23,0785 | 19,08 | 21,34 |
| AMC | 3 | 42,9695 | 4,35917 | 2,51677 | 32,1408 | 53,7983 | 38,50 | 47,21 |
| Total | 15 | 47,0671 | 22,42782 | 5,79084 | 34,6470 | 59,4872 | 19,08 | 84,28 |

→ Oneway

Descriptives

| efisiensienkapsulasi | | | | | | | | |
|----------------------|----|---------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| AR | 3 | 14,0353 | 1,41314 | ,81587 | 10,5249 | 17,5457 | 12,75 | 15,55 |
| AGR | 3 | 34,6805 | 5,23374 | 3,02170 | 21,6791 | 47,6818 | 29,12 | 39,51 |
| AKR | 3 | 18,3052 | 2,95532 | 1,70626 | 10,9637 | 25,6466 | 15,30 | 21,21 |
| ATR | 3 | 13,0020 | 1,27853 | ,73816 | 9,8259 | 16,1780 | 11,59 | 14,08 |
| AMR | 3 | 25,5109 | 2,71535 | 1,56771 | 18,7656 | 32,2562 | 22,54 | 27,87 |
| Total | 15 | 21,1068 | 8,76605 | 2,26339 | 16,2523 | 25,9612 | 11,59 | 39,51 |

efisiensienkapsulasi

| Duncan ^a | | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------|---------|---------|
| efisiensienkapsulasi | | | | | |
| Subset for alpha = 0.05 | | | | | |
| EF_EN_CD | N | 1 | 2 | 3 | 4 |
| ATC | 3 | 19,8379 | | | |
| AC | 3 | | 32,2039 | | |
| AMC | 3 | | | 42,9695 | |
| AKC | 3 | | | | 58,5531 |
| AGC | 3 | | | | 81,7712 |
| Sig. | | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

efisiensienkapsulasi

| Duncan ^a | | | | |
|-------------------------|---|---------|---------|---------|
| Subset for alpha = 0.05 | | | | |
| EF_EN_KA | N | 1 | 2 | 3 |
| ATR | 3 | 13,0020 | | |
| AR | 3 | 14,0353 | | |
| AKR | 3 | 18,3052 | | |
| AMR | 3 | | 25,5109 | |
| AGR | 3 | | | 34,6805 |
| Sig. | | ,071 | 1,000 | 1,000 |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

➔ T-Test

Group Statistics

| | alginat | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|----------------------|---------|---|---------|----------------|-----------------|
| efisiensienkapsulasi | AC | 3 | 32,2039 | 4,10833 | 2,37195 |
| | AR | 3 | 14,0353 | 1,41314 | ,81587 |

Independent Samples Test

| | | Levene's Test for Equality of Variances | | t-test for Equality of Means | | | 95% Confidence Interval of the Difference | | | |
|----------------------|-----------------------------|---|------|------------------------------|-------|-----------------|---|-----------------------|----------|----------|
| | | F | Sig. | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | Lower | Upper |
| efisiensienkapsulasi | Equal variances assumed | 2,529 | ,187 | 7,243 | 4 | ,002 | 18,16861 | 2,50834 | 11,20434 | 25,13289 |
| | Equal variances not assumed | | | 7,243 | 2,467 | ,010 | 18,16861 | 2,50834 | 9,11502 | 27,22211 |

T-Test

Group Statistics

| | gumarab | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|----------------------|---------|---|---------|----------------|-----------------|
| efisiensienkapsulasi | AGC | 3 | 58,5531 | 1,33939 | ,77330 |
| | AGR | 3 | 18,3052 | 2,95532 | 1,70626 |

Independent Samples Test

| | | Levene's Test for Equality of Variances | | t-test for Equality of Means | | | 95% Confidence Interval of the Difference | | | |
|----------------------|-----------------------------|---|------|------------------------------|-------|-----------------|---|-----------------------|----------|----------|
| | | F | Sig. | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | Lower | Upper |
| efisiensienkapsulasi | Equal variances assumed | ,977 | ,379 | 21,485 | 4 | ,000 | 40,24792 | 1,87331 | 35,04676 | 45,44907 |
| | Equal variances not assumed | | | 21,485 | 2,788 | ,000 | 40,24792 | 1,87331 | 34,02184 | 46,47399 |

T-Test

Group Statistics

| | alginat | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|----------------------|---------|---|---------|----------------|-----------------|
| efisiensienkapsulasi | AKC | 3 | 81,7712 | 2,91888 | 1,68522 |
| | AKR | 3 | 34,6805 | 5,23374 | 3,02170 |

Independent Samples Test

| | | Levene's Test for Equality of Variances | | t-test for Equality of Means | | | 95% Confidence Interval of the Difference | | | |
|----------------------|-----------------------------|---|------|------------------------------|-------|-----------------|---|-----------------------|----------|----------|
| | | F | Sig. | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | Lower | Upper |
| efisiensienkapsulasi | Equal variances assumed | ,872 | ,403 | 13,611 | 4 | ,000 | 47,09070 | 3,45986 | 37,48459 | 56,69682 |
| | Equal variances not assumed | | | 13,611 | 3,134 | ,001 | 47,09070 | 3,45986 | 36,34221 | 57,83920 |

T-Test

Group Statistics

| | tapioka | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|----------------------|---------|---|---------|----------------|-----------------|
| efisiensienkapsulasi | ATC | 3 | 19,8379 | 1,30454 | ,75318 |
| | ATR | 3 | 13,0020 | 1,27853 | ,73816 |

Independent Samples Test

| | | Levene's Test for Equality of Variances | | t-test for Equality of Means | | | 95% Confidence Interval of the Difference | | | |
|----------------------|-----------------------------|---|------|------------------------------|-------|-----------------|---|-----------------------|---------|---------|
| | | F | Sig. | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | Lower | Upper |
| efisiensienkapsulasi | Equal variances assumed | ,025 | ,883 | 6,482 | 4 | ,003 | 6,83589 | 1,05459 | 3,90788 | 9,76389 |
| | Equal variances not assumed | | | 6,482 | 3,998 | ,003 | 6,83589 | 1,05459 | 3,90741 | 9,76436 |

T-Test

Group Statistics

| | | maltoidekstrin | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|---------------------|-----|----------------|---|---------|----------------|-----------------|
| efisiensi kapsulasi | AMC | | 3 | 42,9695 | 4,35917 | 2,51677 |
| | AMR | | 3 | 25,5109 | 2,71535 | 1,56771 |

Independent Samples Test

| | | Levene's Test for Equality of Variances | | t-Test for Equality of Means | | | 95% Confidence Interval of the Difference | | | |
|---------------------|-----------------------------|---|------|------------------------------|-------|-----------------|---|-----------------------|---------|----------|
| | | F | Sig. | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | Lower | Upper |
| efisiensi kapsulasi | Equal variances assumed | ,418 | ,553 | 5,888 | 4 | ,004 | 17,45865 | 2,96510 | 9,22621 | 25,69110 |
| | Equal variances not assumed | | | 5,888 | 3,349 | ,007 | 17,45865 | 2,96510 | 8,55495 | 26,36235 |

Lampiran 15. Hasil Analisis Loading capacity

| Sampel | Y | X | Vol sampel (ml) | Sampel (mg) | Fenol (%) | Berat fenol dalam kapsul (g) | Berat kapsul (g) | <i>Loading capacity</i> (%) | Rata-rata (%) | Standar deviasi |
|-----------|---------|----------|-----------------|-------------|-----------|------------------------------|------------------|-----------------------------|---------------|-----------------|
| Asap Cair | 0,32700 | 73,59091 | 2,00000 | 2090,4 | 7,04 | - | - | - | - | - |
| Asap Cair | 0,32500 | 73,13636 | 2,00000 | 2090,4 | 7,00 | - | - | - | - | - |
| Asap Cair | 0,32400 | 72,90909 | 2,00000 | 2090,4 | 7,00 | - | - | - | - | - |
| A-C1 | 0,10000 | 22,00000 | 2,00000 | 2047,2 | 2,15 | 0,06 | 2,59 | 2,15 | 2,23 | 0,07 |
| A-C2 | 0,10500 | 23,13636 | 2,00000 | 2047,2 | 2,26 | 0,06 | 2,59 | 2,26 | | |
| A-C3 | 0,10600 | 23,36364 | 2,00000 | 2047,2 | 2,28 | 0,06 | 2,59 | 2,28 | | |
| AK-C1 | 0,14300 | 31,77273 | 2,00000 | 2010,3 | 3,16 | 0,11 | 2,84 | 3,16 | 3,20 | 0,09 |
| AK-C2 | 0,14900 | 33,13636 | 2,00000 | 2010,3 | 3,30 | 0,11 | 2,84 | 3,30 | | |
| AK-C3 | 0,14200 | 31,54545 | 2,00000 | 2010,3 | 3,14 | 0,11 | 2,84 | 3,14 | | |
| AG-C1 | 0,08000 | 17,45455 | 2,00000 | 2007,4 | 1,74 | 0,05 | 2,66 | 1,74 | 1,65 | 0,08 |
| AG-C2 | 0,07400 | 16,09091 | 2,00000 | 2007,4 | 1,60 | 0,04 | 2,68 | 1,60 | | |
| AG-C3 | 0,07400 | 16,09091 | 2,00000 | 2007,4 | 1,60 | 0,04 | 2,68 | 1,60 | | |
| AT-C1 | 0,06300 | 13,59091 | 2,00000 | 2016,6 | 1,35 | 0,04 | 2,66 | 1,35 | 1,36 | 0,01 |
| AT-C2 | 0,06300 | 13,59091 | 2,00000 | 2016,6 | 1,35 | 0,04 | 2,66 | 1,35 | | |
| AT-C3 | 0,06400 | 13,81818 | 2,00000 | 2016,6 | 1,37 | 0,04 | 2,66 | 1,37 | | |
| AM-C1 | 0,06400 | 13,81818 | 2,00000 | 2027,3 | 1,36 | 0,04 | 2,88 | 1,36 | 1,28 | 0,12 |
| AM-C2 | 0,06300 | 13,59091 | 2,00000 | 2027,3 | 1,34 | 0,04 | 2,88 | 1,34 | | |
| AM-C3 | 0,05400 | 11,54545 | 2,00000 | 2027,3 | 1,14 | 0,03 | 2,88 | 1,14 | | |
| A-R1 | 0,04400 | 9,27273 | 2,00000 | 2037,7 | 0,91 | 0,02 | 2,39 | 0,91 | 0,87 | 0,05 |
| A-R2 | 0,04300 | 9,04545 | 2,00000 | 2037,7 | 0,89 | 0,02 | 2,39 | 0,89 | | |
| A-R3 | 0,04000 | 8,36364 | 2,00000 | 2037,7 | 0,82 | 0,02 | 2,39 | 0,82 | | |

| | | | | | | | | | | |
|-------|---------|----------|---------|--------|------|------|------|------|------|------|
| AK-R1 | 0,09400 | 20,63636 | 2,00000 | 2011,6 | 2,05 | 0,06 | 2,93 | 2,05 | 2,05 | 0,03 |
| AK-R2 | 0,09300 | 20,40909 | 2,00000 | 2028,5 | 2,01 | 0,06 | 2,93 | 2,01 | | |
| AK-R3 | 0,09600 | 21,09091 | 2,00000 | 2028,5 | 2,08 | 0,06 | 2,93 | 2,08 | | |
| AG-R1 | 0,03500 | 7,22727 | 2,00000 | 2011,6 | 0,72 | 0,01 | 1,75 | 0,72 | 0,75 | 0,03 |
| AG-R2 | 0,03600 | 7,45455 | 2,00000 | 2011,6 | 0,74 | 0,01 | 1,75 | 0,74 | | |
| AG-R3 | 0,03800 | 7,90909 | 2,00000 | 2011,6 | 0,79 | 0,01 | 1,75 | 0,79 | | |
| AT-R1 | 0,03900 | 8,13636 | 2,00000 | 2002,1 | 0,81 | 0,02 | 3,00 | 0,81 | 0,81 | 0,01 |
| AT-R2 | 0,03800 | 7,90909 | 2,00000 | 2002,1 | 0,79 | 0,02 | 3,00 | 0,79 | | |
| AT-R3 | 0,03900 | 8,13636 | 2,00000 | 2002,1 | 0,81 | 0,02 | 3,00 | 0,81 | | |
| AM-R1 | 0,03900 | 8,13636 | 2,00000 | 2000,4 | 0,81 | 0,02 | 2,26 | 0,81 | 0,75 | 0,10 |
| AM-R2 | 0,03900 | 8,13636 | 2,00000 | 2000,4 | 0,81 | 0,02 | 2,26 | 0,81 | | |
| AM-R3 | 0,03100 | 6,31818 | 2,00000 | 2000,4 | 0,63 | 0,01 | 2,26 | 0,63 | | |

Lampiran 16. Hasil SPSS Loading capacity

Oneway

[DataSet1] E:\Materi TekPang\semester 8 & 9\data skripsi\loading capacity\LOADING CAPACIT

Descriptives

| loadingcapacity | | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|-----------------|----|--------|--------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| AC | 3 | 2,2307 | ,07137 | ,04121 | 2,0534 | 2,4080 | 2,15 | 2,28 | |
| AGC | 3 | 1,6484 | ,07844 | ,04529 | 1,4536 | 1,8433 | 1,60 | 1,74 | |
| AKC | 3 | 3,1987 | ,08560 | ,04942 | 2,9860 | 3,4113 | 3,14 | 3,30 | |
| ATC | 3 | 1,3554 | ,01301 | ,00751 | 1,3231 | 1,3877 | 1,35 | 1,37 | |
| AMC | 3 | 1,2810 | ,12349 | ,07129 | ,9742 | 1,5878 | 1,14 | 1,36 | |
| Total | 15 | 1,9428 | ,73956 | ,19095 | 1,5333 | 2,3524 | 1,14 | 3,30 | |

Oneway

Descriptives

| loadingcapacity | | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error | 95% Confidence Interval for Mean | | Minimum | Maximum |
|-----------------|----|--------|--------|----------------|------------|----------------------------------|-------------|---------|---------|
| | | | | | | Lower Bound | Upper Bound | | |
| AR | 3 | ,8729 | ,04644 | ,02681 | ,7576 | ,9883 | ,82 | ,91 | |
| AGR | 3 | ,7487 | ,03452 | ,01993 | ,6629 | ,8344 | ,72 | ,79 | |
| AKR | 3 | 2,0478 | ,03378 | ,01950 | 1,9639 | 2,1317 | 2,01 | 2,08 | |
| ATR | 3 | ,8052 | ,01311 | ,00757 | ,7727 | ,8378 | ,79 | ,81 | |
| AMR | 3 | ,7529 | ,10495 | ,06059 | ,4922 | 1,0136 | ,63 | ,81 | |
| Total | 15 | 1,0455 | ,52297 | ,13503 | ,7559 | 1,3351 | ,63 | 2,08 | |

loadingcapacity

Duncan^a

| SAMPPEL | N | Subset for alpha = 0.05 | | | |
|---------|---|-------------------------|--------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| AMC | 3 | 1,2810 | | | |
| ATC | 3 | 1,3554 | | | |
| AGC | 3 | | 1,6484 | | |
| AC | 3 | | | 2,2307 | |
| AKC | 3 | | | | 3,1987 |
| Sig. | | ,295 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

loadingcapacity

Duncan^a

| SAMPPEL | N | Subset for alpha = 0.05 | | |
|---------|---|-------------------------|-------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 |
| AGR | 3 | ,7487 | | |
| AMR | 3 | ,7529 | | |
| ATR | 3 | ,8052 | ,8052 | |
| AR | 3 | | ,8729 | |
| AKR | 3 | | | 2,0478 |
| Sig. | | ,265 | ,169 | 1,000 |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

➔ T-Test

Group Statistics

| | LC_A | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|---------|------|---|--------|----------------|-----------------|
| ALGINAT | AC | 3 | 2,2307 | ,07137 | ,04121 |
| | AR | 3 | ,8729 | ,04644 | ,02681 |

Independent Samples Test

| | | Levene's Test for Equality of Variances | | | | | t-test for Equality of Means | | 95% Confidence Interval of the Difference | |
|---------|-----------------------------|---|------|--------|-------|-----------------|------------------------------|-----------------------|---|---------|
| | | F | Sig. | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | Lower | Upper |
| ALGINAT | Equal variances assumed | 1,121 | ,349 | 27,618 | 4 | ,000 | 1,35775 | ,04916 | 1,22126 | 1,49424 |
| | Equal variances not assumed | | | 27,618 | 3,436 | ,000 | 1,35775 | ,04916 | 1,21195 | 1,50355 |

T-Test

Group Statistics

| | LC_GA | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|----|-------|---|--------|----------------|-----------------|
| GA | AGC | 3 | 1,6484 | ,07844 | ,04529 |
| | AGR | 3 | ,7487 | ,03452 | ,01993 |

Independent Samples Test

| | | Levene's Test for Equality of Variances | | | | | t-test for Equality of Means | | 95% Confidence Interval of the Difference | |
|----|-----------------------------|---|------|--------|-------|-----------------|------------------------------|-----------------------|---|---------|
| | | F | Sig. | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | Lower | Upper |
| GA | Equal variances assumed | 4,016 | ,116 | 18,185 | 4 | ,000 | ,89976 | ,04948 | ,76239 | 1,03713 |
| | Equal variances not assumed | | | 18,185 | 2,747 | ,001 | ,89976 | ,04948 | ,73375 | 1,06577 |

➔ T-Test

Group Statistics

| | LC_K | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|---|------|---|--------|----------------|-----------------|
| K | AKC | 3 | 3,1987 | ,08560 | ,04942 |
| | AKR | 3 | 2,0478 | ,03378 | ,01950 |

Independent Samples Test

| | | Levene's Test for Equality of Variances | | | | | t-test for Equality of Means | | 95% Confidence Interval of the Difference | |
|---|-----------------------------|---|------|--------|-------|-----------------|------------------------------|-----------------------|---|---------|
| | | F | Sig. | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | Lower | Upper |
| K | Equal variances assumed | 4,237 | ,109 | 21,660 | 4 | ,000 | 1,15087 | ,05313 | 1,00335 | 1,29839 |
| | Equal variances not assumed | | | 21,660 | 2,608 | ,001 | 1,15087 | ,05313 | ,96646 | 1,33528 |

T-Test

Group Statistics

| | LC_T | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|---------|------|---|--------|----------------|-----------------|
| tapioka | ATC | 3 | 1,3554 | ,01301 | ,00751 |
| | ATR | 3 | ,8052 | ,01311 | ,00757 |

Independent Samples Test

| | | Levene's Test for Equality of Variances | | | | | t-test for Equality of Means | | 95% Confidence Interval of the Difference | |
|---------|-----------------------------|---|------|--------|-------|-----------------|------------------------------|-----------------------|---|--------|
| | | F | Sig. | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | Lower | Upper |
| tapioka | Equal variances assumed | ,000 | ,985 | 51,594 | 4 | ,000 | ,55020 | ,01066 | ,52059 | ,57981 |
| | Equal variances not assumed | | | 51,594 | 4,000 | ,000 | ,55020 | ,01066 | ,52059 | ,57981 |

T-Test

[DataSet1] E:\Materi TekPang\semester 8 & 9\data skripsi\loading capacity\Untitled1.sav

Group Statistics

| | LC_M | N | Mean | Std. Deviation | Std. Error Mean |
|-------|------|---|--------|----------------|-----------------|
| malto | AMC | 3 | 1,2810 | ,12349 | ,07129 |
| | AMR | 3 | ,7529 | ,10495 | ,06059 |

Independent Samples Test

| | | Levene's Test for Equality of Variances | | t-test for Equality of Means | | | | | 95% Confidence Interval of the Difference | |
|-------|-----------------------------|---|------|------------------------------|-------|-----------------|-----------------|-----------------------|---|--------|
| | | F | Sig. | t | df | Sig. (2-tailed) | Mean Difference | Std. Error Difference | Lower | Upper |
| malto | Equal variances assumed | ,191 | ,685 | 5,644 | 4 | ,005 | ,52812 | ,09357 | ,26834 | ,78790 |
| | Equal variances not assumed | | | 5,644 | 3,899 | ,005 | ,52812 | ,09357 | ,26565 | ,79058 |

Lampiran 17. Uji Pearson Corelation Antar Analisis

| | Ukuran Kapsul | Warna L | Warna a | Warna b | Kadar Air | Total Asam | Total Fenol | Total Karbonil | <i>Loading capacity</i> | Efisiensi Enkapsulasi |
|-------------------------|---------------|---------|---------|---------|-----------|------------|-------------|----------------|-------------------------|-----------------------|
| Ukuran Kapsul | 1 | 0,57 | -0,38 | -0,22 | -0,2 | 0,09 | 0,45 | 0,31 | 0,45 | 0,18 |
| Warna L | 0,57 | 1 | -0,89 | -0,71 | -0,41 | 0,14 | 0,03 | 0,34 | 0,03 | 0,13 |
| Warna a | -0,38 | -0,89 | 1 | 0,6 | 0,15 | -0,10 | 0,24 | -0,02 | 0,25 | 0,19 |
| Warna b | -0,22 | -0,71 | 0,6 | 1 | 0,23 | 0,06 | 0,27 | -0,62 | 0,27 | 0,12 |
| Kadar Air | -0,20 | -0,41 | 0,15 | 0,23 | 1 | -0,48 | -0,57 | -0,58 | -0,57 | -0,59 |
| Total Asam | 0,09 | 0,14 | -0,10 | 0,06 | -0,48 | 1 | 0,63 | 0,21 | 0,63 | 0,64 |
| Total Fenol | 0,45 | 0,03 | 0,24 | 0,27 | -0,57 | 0,63 | 1 | 0,34 | 1,00 | 0,81 |
| Total Karbonil | 0,31 | 0,34 | -0,02 | -0,62 | -0,58 | 0,21 | 0,34 | 1 | 0,34 | 0,37 |
| <i>Loading capacity</i> | 0,45 | 0,03 | 0,25 | 0,27 | -0,57 | 0,63 | 1,00 | 0,34 | 1 | 0,81 |
| Efisiensi Enkapsulasi | 0,18 | 0,13 | 0,19 | 0,11 | -0,59 | 0,64 | 0,81 | 0,37 | 0,81 | 1 |

Lampiran 18. Hasil SPSS Uji Pearson Corelation


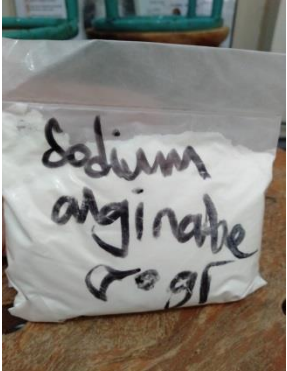


| | | Correlations | | | | | | | | | |
|---------------|---------------------|---------------------|---------|---------|---------|-----------|------------|-------------|----------------|------------------|-----------------------|
| | | ukuran kapsul | warna L | warna a | warna b | kadar air | total asam | total fenol | total karbonil | loading capacity | efisiensi enkapsulasi |
| ukuran kapsul | Pearson Correlation | 1 | ,571 | -,378 | -,216 | -,200 | ,089 | ,446 | ,309 | ,446 | ,181 |
| | Sig. (2-tailed) | | ,085 | ,282 | ,549 | ,580 | ,807 | ,197 | ,385 | ,197 | ,617 |
| | N | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| warna L | Pearson Correlation | ,571 | 1 | -,894** | -,707* | -,410 | ,138 | ,028 | ,344 | ,028 | ,127 |
| | Sig. (2-tailed) | ,085 | | ,000 | ,022 | ,240 | ,704 | ,940 | ,330 | ,940 | ,727 |
| | N | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| warna a | Pearson Correlation | -,378 | -,894** | 1 | ,597 | ,146 | -,102 | ,235 | -,024 | ,235 | ,190 |
| | Sig. (2-tailed) | ,282 | ,000 | | ,068 | ,687 | ,780 | ,514 | ,947 | ,514 | ,600 |
| | N | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| warna b | Pearson Correlation | -,216 | -,707* | ,597 | 1 | ,234 | ,057 | ,272 | -,615 | ,272 | ,107 |
| | Sig. (2-tailed) | ,549 | ,022 | ,068 | | ,515 | ,877 | ,448 | ,058 | ,448 | ,768 |
| | N | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| kadar air | Pearson Correlation | -,200 | -,410 | ,146 | ,234 | 1 | -,479 | -,566 | -,581 | -,566 | -,589 |
| | Sig. (2-tailed) | ,580 | ,240 | ,687 | ,515 | | ,162 | ,088 | ,078 | ,088 | ,073 |
| | N | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |


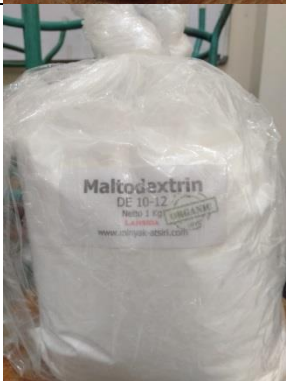

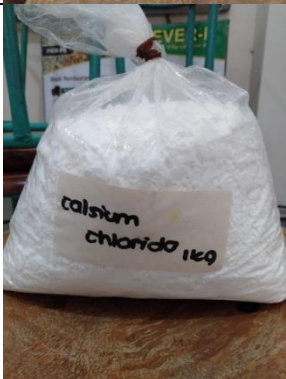
| | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|---------|------|---------|--------|
| total asam | Pearson Correlation | ,089 | ,138 | -,102 | ,057 | -,479 | 1 | ,627 | ,206 | ,627 | ,640* |
| | Sig. (2-tailed) | ,807 | ,704 | ,780 | ,877 | ,162 | | ,052 | ,567 | ,052 | ,046 |
| | N | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| total fenol | Pearson Correlation | ,446 | ,028 | ,235 | ,272 | -,566 | ,627 | 1 | ,344 | 1,000** | ,814** |
| | Sig. (2-tailed) | ,197 | ,940 | ,514 | ,448 | ,088 | ,052 | | ,330 | ,000 | ,004 |
| | N | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| total karbonil | Pearson Correlation | ,309 | ,344 | -,024 | -,615 | -,581 | ,206 | ,344 | 1 | ,344 | ,371 |
| | Sig. (2-tailed) | ,385 | ,330 | ,947 | ,058 | ,078 | ,567 | ,330 | | ,330 | ,291 |
| | N | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| loading capacity | Pearson Correlation | ,446 | ,028 | ,235 | ,272 | -,566 | ,627 | 1,000** | ,344 | 1 | ,814** |
| | Sig. (2-tailed) | ,197 | ,940 | ,514 | ,448 | ,088 | ,052 | ,000 | ,330 | | ,004 |
| | N | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| efisiensi enkapsulasi | Pearson Correlation | ,181 | ,127 | ,190 | ,107 | -,589 | ,640* | ,814** | ,371 | ,814** | 1 |
| | Sig. (2-tailed) | ,617 | ,727 | ,600 | ,768 | ,073 | ,046 | ,004 | ,291 | ,004 | |
| | N | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |





** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

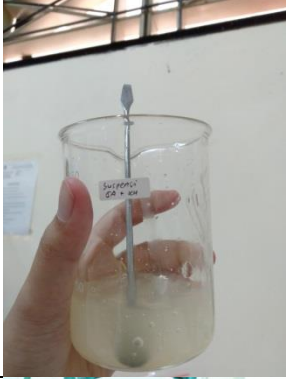



* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).





Lampiran 19. Dokumentasi Kegiatan Penelitian


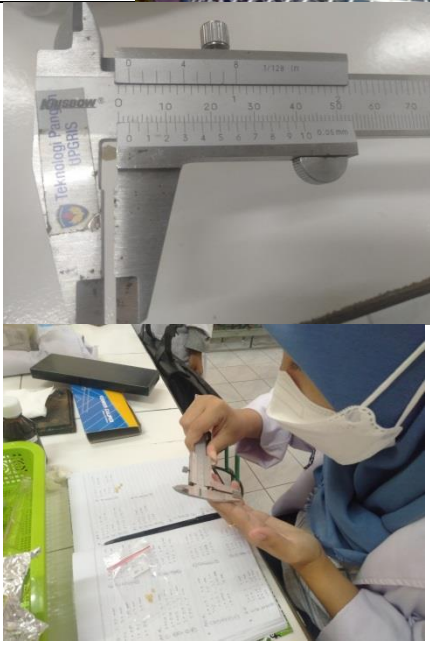
| No | Keterangan | Dokumentasi |
|-----------------------|------------------------------------|--|
| Bahan Utama | | |
| 1. | Asap Cair Tempurung Kelapa Grade A |  |
| Bahan Penyalut | | |
| 1. | Alginat |  |
| 2. | Gum Arab |  |
| 3. | Kitosan |  |

| | | | | |
|--|-----------------|--|--|--|
| 4. | Tapioka | |  | |
| 5. | Maltodekstrin | |  | |
| Bahan Pendukung Pembuatan Enkapsulasi | | | | |
| 1. | Kasein | |  | |
| 2. | CaCl_2 | |  | |
| Pembuatan Sampel Enkapsulasi | | | | |

| | | | | |
|----|---|--|--|--|
| 1. | Penimbangan bahan | |  | |
| 2. | Aquadest dipanaskan hingga suhu 50°C | |  | |
| 3. | Penambahan kasein dan bahan penyalut | |  | |
| 4. | Pengadukan kasein dan bahan penyalut hingga homogen | |  | |

| | | | | |
|----|--|--|--|--|
| 5. | Suspensi didiamkan selama 30 menit pada suhu ruang | |  | |
| 6. | Penambahan Asap Cair | |  | |
| 7. | Pembuatan larutan CaCl_2 | |  | |
| 8. | Pembuatan enkapsulasi dengan cara suspensi ditetaskan pada larutan CaCl_2 | |  | |

| | | | | |
|-----|--|--|--|--|
| 9. | Pengadukan suspensi asap cair dalam larutan CaCl_2 | |  | |
| 10. | Penyaringan enkapsulasi asap cair | |  | |
| 11. | Hasil enkapsulasi ditempatkan pada loyang yang dilapisi alumunium foil | |  | |
| 12. | Pengeringan dengan Cabinet dryer | |  | |

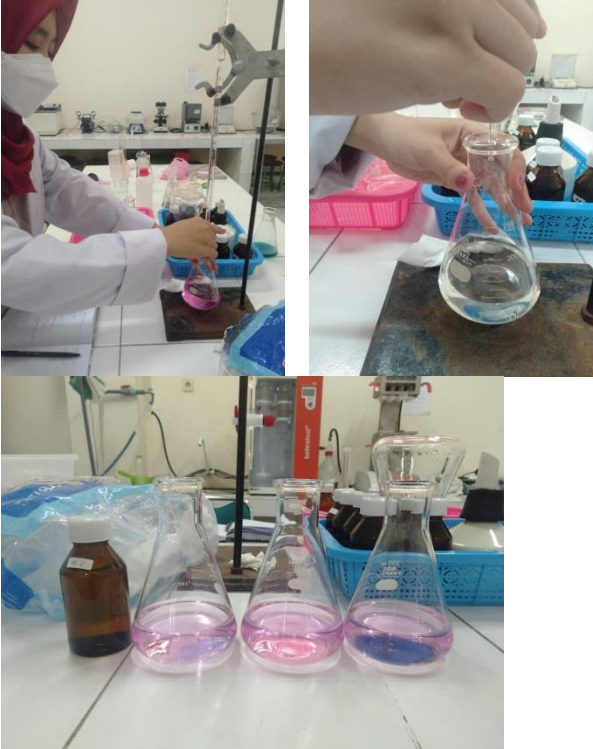

| | | |
|------------|---|---|
| <p>13.</p> | <p>Pengeringan dengan cara kering-angin</p> |  |
| <p>14.</p> | <p>Analisis Ukuran Kapsul</p> |  |

15. Analisis Kadar Air




16. Analisis Total Fenol



| | | |
|-----|-------------------------|--|
| 17. | Analisis Total Asam |  <p>The image for 'Analisis Total Asam' is a collage of four photographs. The top-left photo shows a person in a white lab coat and red headscarf using a pipette to transfer liquid into a flask on a laboratory bench. The top-right photo is a close-up of hands holding a flask containing a clear liquid. The bottom-left photo shows three Erlenmeyer flasks containing a pink liquid, with a brown bottle and a blue basket in the background. The bottom-right photo is a close-up of a hand using a pipette to add liquid to a test tube in a rack.</p> |
| 18. | Analisis Total Karbonil |  <p>The image for 'Analisis Total Karbonil' is a collage of two photographs. The top photo shows a laboratory bench with a blue magnetic stirrer, a rack of test tubes, and several bottles. The bottom photo is a close-up of a hand using a pipette to add liquid to a test tube in a rack.</p> |



Lampiran 20. Buku Bimbingan Skripsi



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA
 Kampus Jalan Sidotani Timur Nomor 24 Ds. Cipta, Semarang - Indonesia 50125
 Telp. (024) 8316377, Faks. (024) 8448217, Email. upgrisem@gmail.com Homepage: www.upgrisem.ac.id

LEMBAR PEMBIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Ayuni Rizma Maulida
 NPM : 17690015
 Program Studi : Teknologi Pangan
 Judul Skripsi : Enkapsulasi Asap Cair dengan Teknik Coacervation Menggunakan Variasi Bahan Penyalut dan Kecepatan Pengadukan

Dosen Pembimbing I : Ifah Muflihati, S.TP., M.Sc.
 Dosen Pembimbing II : Umar Hafidz A.H., S.TP., M.Sc.

| No. | Hari, tanggal | Uraian Bimbingan | Paraf |
|-----|-------------------|---|-------|
| 1. | 22 September 2020 | konsultasi proposal Masukan : - tambahkan analisis terkait enkapsulasi yang dihasilkan | ↑ |
| 2. | 22 Oktober 2020 | konsultasi proposal Masukan : - cari analisis yang biasa dilakukan enkapsulasi - buat timeline - buat target penelitian | ↑ |
| 3. | 29 Oktober 2020 | konsultasi proposal docking 2 Masukan : - Faktorial 2 faktor - dekat air kuman tidak bisa ditambahi warna - kelengkapan analisis sesuai tujuan | ↑ |



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA

Kampus: Jalan Sidokandi Timur Nomor 24 Dr. Cipek Semarang - Indonesia 50125
Telp. (024) 8316377, Faks. (024) 8448217, Email: upgrisma@gmail.com, Homepage: www.upgrisng.ac.id

| No. | Hari, tanggal | Uraian Bimbingan | Paraf |
|-----|---------------------|---|-------|
| 4. | 30 Oktober 2020 | Konsultasi proposal catatan : - pastikan tahu cara pembuatan kecepatan digital - bahan penyulut pakuannya buat sub bab - tambah analisis warna | f. |
| 5. | 3 November 2020 | Presentasi proposal catatan : - pastikan alat stabil berfungsi - rumus tertulis harus dian' ukur - alasan menggunakan bahan penyulut. | f. |
| 6. | 17 Februari 2021 | Konsultasi penulisan dan perijinan lab catatan : - perkuat gambar | f. |
| 7. | 20 April 2021 | Konsultasi trial tsj 8q, 10 April. catatan : - angketan metode sampai pengeringan - cari rumus efisiensi - bikin sampel paku penyulut sekarang - sekarang | f. |



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA

Kampus: Jalan Sidodadi Timur Nomor 24 Dr. Cipto, Semarang -- Indonesia 50125
Telp. (024) 8316377, Faks. (024)8448217, Email: upgrisng@gmail.com, Homepage: www.upgrisng.co.id

| No. | Hari, tanggal | Uraian Bimbingan | Paraf |
|-----|---------------|---|-------|
| 8. | 30 April 2021 | Konsultasi sampel dan bahan penyalut. Note : Coba segala kemungkinan yang bisa terjadi. | |
| 9. | 4 Juni 2021 | Konsultasi sampel dan bahan penyalut. Note : - pati teroksidasi UV-C - ulangi sampel A+uk-R - cari jurnal cabinet dryer - cari jurnal hasil enkapsulasi di haluan atau tidak | |
| 10. | 1 Juli 2021 | Konsultasi sampel dan pati teroksidasi NOTE : - beli pati fermentasi - cari suhu cabinet dryer dan oven | |
| 11. | 10 Juni 2021 | Konsultasi jurnal media pembuatan pati tapioka teroksidasi (online) NOTE : - cari jurnal internasional - cari jurnal yg lebih luas | |



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA

Kampus: Jalan Soekohadi Timur Nomor 24 Dr. Cipto, Semarang - Indonesia 50125
Telp. (024) 8316377, Faks. (024) 8448217, Email: upgrisng@gmail.com Homepage: www.upgrisng.co.id

| No. | Hari, tanggal | Uraian Bimbingan | Paraf |
|-----|----------------------|--|-------|
| 12. | 10 Agustus 2021 | Konsultasi: Perencanaan, Kumpulan Kisi: Analisis Kadar air Note : - Cari literatur cabinet dregel Internasional - ulangi Kadar air 24 00cm pakai bondi kaca - cari DE matematika | |
| 13 | 08 September 2021 | Konsultasi analisis total ferul dan kadar air Note : - lamputan total ferul metode Agi 2014 - pakai rumus dari Sulifah - lamputan Kadar air | |
| 14. | 22 September 2021 | Konsultasi data analisis ferul. Note : - pastikan ramuan akurat - ulangi Kadar standar - ulangi analisis total ferul dg sampel di pompa vacuum dulu - pastikan akurasi batas 0,037. - pastikan lagi step by step - coba 2 gelombang 750 & 770 | |



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA

Kampus: Jalan Sidikalah Timur Nomor 24 Dr. Cipto, Semarang - Indonesia 50125
Telp. (024) 8316377, Faks. (024) 8448217, Email. upgrising@gmail.com Homepage: www.upgrising.co.id

| No. | Hari, tanggal | Uraian Bimbingan | Paraf |
|-----|---------------------|--|-------|
| 15. | 06 Oktober 2021 | Note - Cari rumus total ferd sesuaikan rumus! - Vadem air dibuat tabel yang ada beda nyatanya. - Analisis warna keluar ambil sampel original - cadex dan original - suhu ruang. | |
| 16. | 18 October 2021 | - total asam ulang - Cari dnitropept hidrazine di Bratogo. - total ferd menggunakan perhitungan Du Hfah. - pastikan metode center kemudian tentukan form atau 770 nm. | |
| 17. | 3 November 2021 | - Konultasi data analisis - note • bikin data tabel dan histogram • lanjutkan analisis lanjutan | |
| 18. | 11 Februari 2022 | Bimbingan draft skripsi | |



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA

Kampus Jalan Sidodadi Timur Nomor 24 Dr. Cipto, Semarang – Indonesia 50125
Telp. (024) 8316377, Faks. (024) 8448217, Email: upatisng@gmail.com, Homepage: www.upgrisng.ac.id

| No. | Hari, tanggal | Uraian Bimbingan | Paraf |
|-----|---------------------|-------------------|-------|
| 19 | 14 Februari 2022 | Bimbingan draft 2 | |



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA

Kampus: Jalan Sidodadi Timur Nomor 24 Dr. Cipto, Semarang - Indonesia 50125
Telp. (024) 8316377, Faks. (024) 8448217, Email: upgrisng@gmail.com, Homepage: www.upgrisng.co.id

| No. | Hari, tanggal | Uraian Bimbingan | Paraf |
|-----|------------------------------|--|-------|
| 1. | Senin 22 Nov 2021 | - Konsultasi Peta Perbaiki notasi Statistika | |
| 2. | Senin 13 Desem 2021 | - Konsultasi Cara bahan Peta - \oplus Foto sumbu - Uji Correlation Pearson. | |



UNIVERSITAS PGRI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA

Kampus: Jalan Sidodadi Timur Nomor 24 Dr. Cipto, Semarang - Indonesia 50125
Telp. (024) 8316377, Faks. (024)8448217, Email: upgrisng@gmail.com, Homepage: www.upgrisng.co.id

| No. | Hari, tanggal | Uraian Bimbingan | Paraf |
|-----|-----------------------------|-------------------------------------|-------|
| 3. | Rabu, 14 Januari 2020 | Uji Pearson Correlation (online) | |
| 4. | 18 Februari 2022 | Bimbingan Draft 1 (online) | |
| 5. | 25 Februari 2022 | Bimbingan draft 2 (online) | |
| 6. | 4 Maret 2022 | Bimbingan draft 3 (online) | |
| 7. | 8 Maret 2022 | ACC output sidang | |